

TNO-rapport  
TM-96-A029

titel  
**Missie- en taakanalyse: methoden in het  
kader van opleidingsontwikkeling**

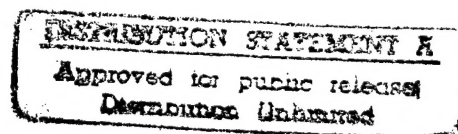
TNO Technische Menskunde

Kampweg 5  
Postbus 23  
3769 ZG Soesterberg

Telefoon 0346 35 62 11  
Fax 0346 35 39 77

auteurs  
J.C.G.M. van Rooij  
M.P.W. van Berlo

datum  
2 augustus 1996



Alle rechten voorbehouden.  
Niets uit deze uitgave mag worden  
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt  
door middel van druk, fotokopie, microfilm  
of op welke andere wijze dan ook, zonder  
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd  
uitgebracht, wordt voor de rechten en  
verplichtingen van opdrachtgever en  
opdrachtnemer verwezen naar de  
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-  
opdrachten aan TNO, dan wel de  
betreffende terzake tussen partijen  
gesloten overeenkomst.  
Het ter inzage geven van het TNO-rapport  
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

aantal pagina's : 57 (incl. bijlagen,  
excl. distributielijst)

© 1996 TNO

19970212 041

DTIC QUALITY INSPECTED 3

# REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-0166	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-A029
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 788.3	5. CONTRACT NUMBER A93/KL/365	6. REPORT DATE 2 August 1996
7. NUMBER OF PAGES 57	8. NUMBER OF REFERENCES 35	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE  Missie- en taakanalyse: methoden in het kader van opleidingsontwikkeling (Mission and task analysis: methods with respect to instructional development)		
11. AUTHOR(S)  J.C.G.M. van Rooij and M.P.W. van Berlo		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES)  TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES)  Director of Army Research and Development Van der Burchlaan 31 2597 PC DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE)  A major problem in instructional development is the lack of a valid, unambiguous, and sufficiently specific description of the tasks for which instruction is intended. In this report methods are described which provide such a description. The concepts that have been used to develop these methods are derived from the psychological research literature and from ideas adopted from system theory. The methods comprise a method of mission analysis and a method of task analysis that are applied successively. On the basis of mission analysis the behaviour of the system within which the tasks are executed is described. This behaviour is analysed and described in terms of behaviour elements that are called "missions". The result is a structured set of mission descriptions that is called the mission repertoire. On the basis of the mission repertoire, the behaviour of the functionaries that belong to the system is analysed and described by means of a method of task analysis. The result is a behavioral description in terms of (relations between) tasks: the task repertoire. In turn, the task repertoire constitutes the starting point for subsequent steps that are distinguished within the analysis phase of instructional development, viz. target group and training analysis. Ultimately, these steps result in a specification of the learning objectives that are to be achieved by the to-be-developed instruction. Although the methods that are described have been developed within the domain of mobile weapon systems, the principles employed are also considered to be applicable within other domains; be they military or non-military. Apart from the description of the methods of mission and task analysis, the relation between, on the one hand, mission and task analysis and, on the other hand, target group and training analysis and the relation between the analysis phase and the design phase of instructional development are also briefly considered. The report concludes with some recommendations concerning the implementation of the methods of mission and task analysis within the Royal Netherlands Army.		
16. DESCRIPTORS  Analysis Military Mission Task Training		IDENTIFIERS
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT  Unlimited availability		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

titel : Missie- en taakanalyse: methoden in het kader van opleidingsontwikkeling  
auteurs : Dr. J.C.G.M. van Rooij en drs. M.P.W. van Berlo  
datum : 2 augustus 1996  
opdrachtnr. : A93/KL/365  
IWP-nr. : 788.3  
rapportnr. : TM-96-A029

Een groot probleem bij de ontwikkeling van opleidingen is het ontbreken van een valide, eenduidige en voldoende specifieke beschrijving van de taken waarvoor opgeleid moet worden. In dit rapport worden methoden beschreven waarmee dergelijke beschrijvingen kunnen worden verkregen. De hierbij gehanteerde concepten zijn ontleend aan de psychologische vakliteratuur en aan ideeën uit de systeemtheorie.

De methoden omvatten een methode van missie-analyse en een methode van taak-analyse die successievelijk worden toegepast. Aan de hand van een missie-analyse wordt het gedrag van het systeem waarbinnen de taken worden verricht in kaart gebracht. Dit systeemgedrag wordt geanalyseerd en beschreven in termen van gedragselementen die "missies" worden genoemd. Het resultaat is een gestructureerde verzameling van missie-beschrijvingen die het missie-repertoire wordt genoemd. Op basis van het missie-repertoire wordt, aan de hand van een methode van taakanalyse, het gedrag van de binnen het systeem onderscheiden functionarissen geanalyseerd en beschreven. Het resultaat is een gedragsbeschrijving in termen van (relaties tussen) taken: het taakrepertoire. Het taakrepertoire vormt op zijn beurt het uitgangspunt voor de vervolgstappen van het analysetraject van opleidingsontwikkeling, te weten doelgroep- en trainingsanalyse. Deze vervolgstappen resulteren uiteindelijk in een specificatie van de leerdoelen die met de te ontwikkelen opleiding(en) behaald moeten worden. Hoewel de beschreven methoden ontwikkeld zijn binnen het domein van mobiele wapensystemen, worden de gehanteerde principes ook toepasbaar geacht op andere, al dan niet militaire, domeinen.

Naast de beschrijving van de methoden van missie- en taakanalyse wordt ook kort ingegaan op de relatie tussen, enerzijds, missie- en taakanalyse en, anderzijds, doelgroep- en trainingsanalyse en op de relatie tussen het analysetraject en het ontwerptraject van opleidingsontwikkeling. Het rapport besluit met enkele aanbevelingen t.a.v. de implementatie van de methoden van missie- en taakanalyse binnen de Koninklijke Landmacht.

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	5
SUMMARY	6
1 INLEIDING	7
2 MISSIE- EN TAAKANALYSE	8
2.1 Missie en taakanalyse in het kader van opleidingsontwikkeling	8
2.2 Missie- en taakanalyse als gedragsanalyses	10
3 MISSIE-ANALYSE	12
3.1 Missie-beschrijving	14
3.1.1 Doelbeschrijving	15
3.1.2 Domeinbeschrijving	15
3.1.3 Procesbeschrijving	21
3.2 Procedure missie-analyse	23
3.2.1 Informatiebronnen en methoden van gegevensverzameling	23
3.2.2 Procedure-stappen missie-analyse	25
4 TAAK-ANALYSE	34
4.1 Taakbeschrijving	36
4.1.1 Doelbeschrijving	36
4.1.2 Domeinbeschrijving	36
4.1.3 Procesbeschrijving	41
4.2 Procedure taakanalyse	42
4.2.1 Informatiebronnen en methoden van gegevensverzameling	42
4.2.2 Procedure-stappen taakanalyse	42
4.2.3 Missie- en taakanalyse	47
5 DOELGROEP- EN TRAININGSANALYSE	48
5.1 Doelgroepanalyse	48
5.2 Trainingsanalyse	49
5.3 Ontwerptraject	50
6 DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN	50
REFERENTIES	52
VERKLARENDE WOORDENLIJST	54
BIJLAGE      Systeemtheorie	55



Rapport nr.:	TM-96-A029
Titel:	Missie- en taakanalyse: methoden in het kader van opleidingsontwikkeling
Auteurs:	Dr. J.C.G.M. van Rooij en drs. M.P.W. van Berlo
Instituut:	TNO Technische Menskunde Afd.: Vaardigheden
Datum:	augustus 1996
DO Opdrachtnummer:	A93/KL/365
Numer in MLTP:	788.3

---

## SAMENVATTING

Een groot probleem bij de ontwikkeling van opleidingen is het ontbreken van een valide, eenduidige en voldoende specifieke beschrijving van de taken waarvoor opgeleid moet worden. In dit rapport worden methoden beschreven waarmee dergelijke beschrijvingen kunnen worden verkregen. De hierbij gehanteerde concepten zijn ontleend aan de psychologische vakliteratuur en aan ideeën uit de systeemtheorie.

De methoden omvatten een methode van missie-analyse en een methode van taak-analyse die successievelijk worden toegepast. Aan de hand van een missie-analyse wordt het gedrag van het systeem waarbinnen de taken worden verricht in kaart gebracht. Dit systeemgedrag wordt geanalyseerd en beschreven in termen van gedragselementen die "missies" worden genoemd. Het resultaat is een gestructureerde verzameling van missie-beschrijvingen die het missie-repertoire wordt genoemd. Op basis van het missie-repertoire wordt, aan de hand van een methode van taakanalyse, het gedrag van de binnen het systeem onderscheiden functionarissen geanalyseerd en beschreven. Het resultaat is een gedragsbeschrijving in termen van (relaties tussen) taken: het taakrepertoire. Het taakrepertoire vormt op zijn beurt het uitgangspunt voor de vervolgstappen van het analysetraject van opleidingsontwikkeling, te weten doelgroep- en trainingsanalyse. Deze vervolgstappen resulteren uiteindelijk in een specificatie van de leerdoelen die met de te ontwikkelen opleiding behaald moeten worden. Hoewel de beschreven methoden ontwikkeld zijn binnen het domein van mobiele wapensystemen, worden de gehanteerde principes ook toepasbaar geacht op andere, al dan niet militaire, domeinen.

Naast de beschrijving van de methoden van missie- en taakanalyse wordt ook kort ingegaan op de relatie tussen, enerzijds, missie- en taakanalyse en, anderzijds, doelgroep- en trainingsanalyse en op de relatie tussen het analysetraject en het ontwerptraject van opleidingsontwikkeling. Het rapport besluit met enkele aanbevelingen t.a.v. de implementatie van de methoden van missie- en taakanalyse binnen de Koninklijke Landmacht.

**Mission and task analysis: methods with respect to instructional development**

J.C.G.M. van Rooij and M.P.W. van Berlo

**SUMMARY**

A major problem in instructional development is the lack of a valid, unambiguous, and sufficiently specific description of the tasks for which instruction is intended. In this report methods are described which provide such a description. The concepts that have been used to develop these methods are derived from the psychological research literature and from ideas adopted from system theory.

The methods comprise a method of mission analysis and a method of task analysis that are applied successively. On the basis of mission analysis the behaviour of the system within which the tasks are executed is described. This behaviour is analysed and described in terms of behaviour elements that are called "missions". The result is a structured set of mission descriptions that is called the mission repertoire. On the basis of the mission repertoire, the behaviour of the functionaries that belong to the system is analysed and described by means of a method of task analysis. The result is a behavioral description in terms of (relations between) tasks: the task repertoire. In turn, the task repertoire constitutes the starting point for subsequent steps that are distinguished within the analysis phase of instructional development, viz. target group and training analysis. Ultimately, these steps result in a specification of the learning objectives that are to be achieved by the to-be-developed instruction. Although the methods that are described have been developed within the domain of mobile weapon systems, the principles employed are also considered to be applicable within other domains; be they military or non-military.

Apart from the description of the methods of mission and task analysis, the relation between, on the one hand, mission and task analysis and, on the other hand, target group and training analysis and the relation between the analysis phase and the design phase of instructional development are also briefly considered. The report concludes with some recommendations concerning the implementation of the methods of mission and task analysis within the Royal Netherlands Army.

## 1 INLEIDING

Binnen de Koninklijke Landmacht (KL) wordt de komende jaren een aanzienlijke uitbreiding van de behoefte aan opleidingskundige ondersteuning voorzien. Enerzijds vloeit deze voort uit de uitbreiding van het takenpakket en de invoering van nieuwe (wapen-)systemen die een uitbreiding van, en verdere differentiatie in, leerdoelen tot gevolg hebben. Anderzijds vloeit deze voort uit de reductie van opleidingsbudgetten en -personeel en de hierdoor noodzakelijke invoering van nieuwe, meer efficiënte, opleidingsconcepten en -technologieën.

De uitbreiding en differentiatie in leerdoelen, de hogere eisen die aan de detaillering van opleidingsstrategieën en -middelen gesteld worden, de grote variëteit in het marktaanbod en de complexiteit van de vele afwegingen die gemaakt moeten worden hebben een toenemende behoefte aan systematisering van, en ondersteuning bij, het proces van opleidingsontwikkeling doen ontstaan.

Centraal uitgangspunt bij de opleidingsontwikkeling is de beschrijving van de taken die de op te leiden functionarissen dienen te verrichten. Het tot stand brengen van een dergelijke beschrijving is het doel van de missie- en taakanalyse. In opdracht van het Commando Opleidingen Koninklijke Landmacht (COKL) is door TNO Technische Menskunde (TNO-TM) een generieke methode van missie- en taakanalyse ontwikkeld. Deze methode is ontwikkeld in het kader van een missie- en taakanalyse van het tankpeloton Leopard 2. De resultaten van deze analyse zullen separaat worden gerapporteerd. In dit rapport worden de uitgangspunten en de op basis hiervan ontwikkelde methoden beschreven. Tevens worden aanbevelingen gedaan t.a.v. de implementatie van de methoden binnen de landmachtorganisatie.

Een belangrijk verschil van de ontwikkelde aanpak met de bestaande organisatorisch/functionaris georiënteerde benadering is dat taken niet per functionaris afzonderlijk maar in het kader van het optreden van het systeem als geheel beschreven worden. Hierdoor komen de afhankelijkheden tussen taken en de taakverdeling tussen functionarissen duidelijker naar voren. Een bijkomend voordeel van een dergelijke benadering is dat de volledigheid en de consistentie van de taakbeschrijvingen, zowel per functionaris afzonderlijk als tussen verschillende functionarissen, veel beter bewaakt kan worden. Een ander verschil is dat niet alleen de organisatorische context en de bestaande voorschriften, maar ook de invloed van praktische omstandigheden en randvoorwaarden (zgn. OTVEM<sup>1</sup> factoren) in de missie- en taakbeschrijvingen worden opgenomen. Hierdoor kunnen de taakbeschrijvingen veel specifiek en concreter gespecificeerd worden waardoor er een meer directe relatie met de praktijk gelegd kan worden en controle op de validiteit mogelijk wordt.

Kort samengevat is het doel bij missie- en taakanalyse te komen tot een systematische beschrijving van de wijze van optreden van het te analyseren systeem en van de taken van de onderscheiden functionarissen binnen dat systeem. Belangrijke eisen die aan dergelijke beschrijvingen gesteld worden zijn dat ze *valide*, *volledig*, *consistent* en *beknopt* zijn. Met de term *valide* wordt bedoeld dat de beschrijvingen werkelijkheidsgetrouw dienen te zijn; met *volledig* wordt bedoeld dat er geen zaken over het hoofd mogen worden gezien; met

---

<sup>1</sup> Opdracht Terrein en weer Vijand Eigen Middelen.

*consistent* wordt bedoeld dat de beschrijvingen geen tegenstrijdigheden mogen bevatten; met *beknopt* wordt bedoeld dat de beschrijvingen zo compact mogelijk dienen te zijn en zo min mogelijk mogen overlappen. Naast deze eisen m.b.t. het resultaat worden ook eisen gesteld aan de methode zelf. De belangrijkste eisen op dit punt zijn dat de methode *algemeen toepasbaar* is en dat ze *betrouwbaar* is. Met *algemeen toepasbaar* wordt bedoeld dat de methode geschikt moet zijn om te worden toegepast binnen andere domeinen; bijvoorbeeld binnen de KL de infanterie, de artillerie. Met *betrouwbaar* wordt bedoeld dat twee verschillende analisten bij toepassing van de methode op hetzelfde domein op (ongeveer) dezelfde beschrijvingen moeten uitkomen.

Binnen de KL zijn verschillende categorieën betrokkenen en belanghebbenden te onderscheiden. Voor de OpleidingsCentra (OCa) van het COKL en voor het Eerste Legerkorps (1Lk) kunnen de resultaten van de toepassing van de methode op het optreden gebruikt worden bij opleidingsontwikkeling, de aanschaf/inzet van Geavanceerde OnderwijsLeerMiddelen (GOLMen), en bij het evalueren en terugkoppelen van opleidings- en oefenresultaten. Voor de Directie Operatiën KL (DOKL) en de Directie Materieel KL (DMKL) kan de methode een hulpmiddel zijn bij de vaststelling van de gebruikersbehoefte in het kader van de aanschaf/modificatie van materieel (zowel wapen- als trainingssystemen).

In hoofdstuk 2 wordt het doel en de plaats van missie- en taakanalyse binnen het analyse-traject van opleidingsontwikkeling nader uiteengezet. Tevens wordt een indruk gegeven van de wetenschappelijke achtergrond die mede als inspiratiebron heeft gediend bij de ontwikkeling van de methoden van missie- en taakanalyse. Vervolgens worden in de twee volgende hoofdstukken, hoofdstuk 3 en hoofdstuk 4, de ontwikkelde methoden van missie- en taakanalyse beschreven. In hoofdstuk 5 wordt de relatie tussen, enerzijds, missie- en taakanalyse en, anderzijds, de vervolgstappen in het analyse-traject van opleidingsontwikkeling verder uitgewerkt. In het laatste hoofdstuk, hoofdstuk 6, worden tenslotte enkele aanbevelingen gedaan t.a.v. verder onderzoek en ontwikkeling en t.a.v. de implementatie van de methoden binnen de KL.

## 2 MISSIE- EN TAAKANALYSE

### 2.1 Missie en taakanalyse in het kader van opleidingsontwikkeling

In de literatuur is een groot aantal systematieken voor opleidingsontwikkeling beschreven (zie Van Berlo, 1996). De meeste meer omvattende systematieken volgen de systeembenadering. Het gebruik van de systeembenadering als uitgangspunt en raamwerk bij opleidingsontwikkeling biedt enkele belangrijke voordelen die de populariteit van deze benadering kunnen verklaren (Hays, 1992). In de Angelsaksische literatuur staat de systeembenadering bekend onder de naam "Systems Approach to Training" (SAT). Een bekend voorbeeld van een SAT systematiek is de Interservice Procedures for Instructional Systems Development (IPISD; Branson, Rayner, Lamarr Cox, Furman, King & Hannum, 1975).

Binnen alle SAT-systematieken wordt een analyse-fase onderscheiden waarin de leerdoelen, die met het te ontwikkelen opleidingssysteem behaald dienen te worden, worden afgeleid en vastgelegd. Deze systematieken verschillen echter aanzienlijk in de wijze waarop de analyse-fase is vormgegeven. De methoden van missie- en taakanalyse zoals die in dit rapport worden beschreven passen in de opleidingsontwikkelssystematiek van de KL en in de systematiek zoals die door TNO Technische Menskunde wordt ontwikkeld.

Binnen deze systematieken omvat de analyse-fase globaal gezien de volgende stappen: missie-analyse, taakanalyse, doelgroepanalyse en trainingsanalyse (zie Fig. 1). Deze systematische stapsgewijze opbouw van het analyseproces zorgt ervoor dat leerdoelen, de eindproducten van de analyse-fase, herleidbaar zijn tot het operationele optreden.

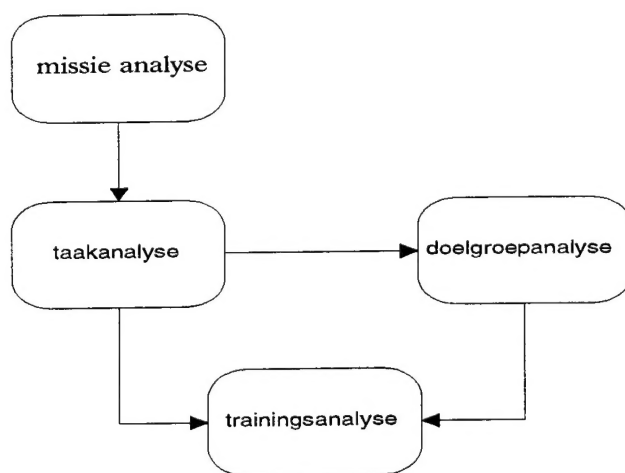


Fig. 1 De stappen in de analysefase.

Een gemeenschappelijk kenmerk van methoden van missie- en taakanalyse is dat beide methoden erop gericht zijn te komen tot een adequate beschrijving van gedrag. Gedrag is de wijze waarop iemand of iets zich gedraagt. Gedragen is handelen op een bepaalde manier; meestal volgens bepaalde richtlijnen en/of in reactie op bepaalde omstandigheden.

Aan de hand van een missie-analyse wordt de operationele praktijk van het te analyseren systeem<sup>2</sup> in kaart gebracht. Het resultaat is een gestructureerde en normatieve beschrijving in termen van gedragseenheden. Deze gedragseenheden worden missies genoemd. Het geheel aan missies dat m.b.t. een bepaalde systeem wordt onderscheiden, wordt het missie-repertoire van dat systeem genoemd. Het missie-repertoire vormt het uitgangspunt bij taakanalyse. Anders dan bij missie-analyse, waar het gedrag van het systeem als geheel beschreven wordt, beperkt taakanalyse zich tot een deel van het systeem, te weten de menselijke component. Het gedrag van de menselijke component (vertegenwoordigd door een individu of team) van het systeem wordt beschreven in termen van taken. Het geheel aan taken dat m.b.t. een menselijke component wordt onderscheiden, wordt het taak-repertoire genoemd.

<sup>2</sup> In de Bijlage wordt een beknopt overzicht van enkele begrippen uit de systeemtheorie gegeven.

Zowel missies als taken zijn gedragsbeschrijvingen en specificeren de wijze(n) waarop het doel van het gedrag, gegeven de omstandigheden en de beschikbare middelen, gerealiseerd zou moeten worden.

Toepassing van de methoden van missie- en taakanalyse mondt uit in een beschrijving van taken. De leerdoelen volgen pas uit de trainingsanalyse nadat d.m.v. doelgroep-analyse ook de binnen de doelgroep, d.w.z. de groep die voor de te ontwikkelen opleiding mogelijk in aanmerking komt, de beschikbare vaardigheden zijn vastgesteld. Dit rapport beperkt zich in hoofdzaak tot een beschrijving van methoden van missie- en taakanalyse. Daarnaast zal in hoofdstuk 5 ook nog kort ingegaan worden op de relatie tussen missie- en taakanalyse, de overige analyse-stappen en de ontwerp-fase.

## 2.2 Missie- en taakanalyse als gedragsanalyses

Zoals eerder is opgemerkt gaat het bij missie- en taakanalyse om het analyseren en beschrijven van gedrag en wel het gedrag van systemen die als dynamisch en autonoom c.q. intelligent kunnen worden aangemerkt. Een belangrijke inspiratiebron bij de ontwikkeling van methoden van missie- en taakanalyse is dan ook de wetenschappelijke literatuur m.b.t. het gedrag van dergelijke systemen. Deze literatuur kan grofweg onderscheiden worden in technische en een psychologische literatuur.

Technisch beschouwd wordt het gedrag van de meeste dynamisch-fysische systemen beschreven in termen van verzamelingen differentiaal- of differentie-vergelijkingen die de dynamische relaties tussen de systeemparameters specificeren. De gedragsbepalende parameters van systemen worden daarbij meestal geïdentificeerd op basis van analyses van de relaties tussen input en output (overdrachtsfuncties). Grafisch kunnen deze relaties worden weergegeven door zgn. toestandsruimte (state space) diagrammen. Met name binnen de meet- en regeltechniek en de informatietheorie zijn veel concepten ontwikkeld om de meer complexe aspecten van gedrag te beschrijven. Voorbeelden zijn o.a. feedback, adaptiviteit, hiërarchische sturing, speltheorie. Hoewel de meeste van deze concepten oorspronkelijk ontwikkeld zijn om het gedrag van fysische systemen te beschrijven, worden ze ook veelvuldig gebruikt voor het beschrijven van aspecten van menselijk leren (Gaines, 1972a/b, 1974) en gedrag (Sheridan & Ferrell, 1974; Wickens, 1986; Moray, 1986). Dit gebruik van technische concepten heeft sinds de vijftiger jaren een grote vlucht genomen met name op het terrein van de (informatie-)ergonomie; een discipline die zich bezighoudt met de afstemming tussen mens en machine binnen mens-machine systemen. Hierbij wordt de menselijke operator veelal beschouwd als een deel van de controle-lus van een systeem, d.w.z. als een systeemcomponent (MacMillan, Beevis, Salas, Strub, Sutton & Van Breda, 1989).

Naast het gebruik van aan de techniek ontleende concepten heeft de psychologie t.b.v. de analyse en beschrijving van (menselijk) gedrag haar eigen concepten ontwikkeld. Hierbij kan een onderscheid gemaakt worden tussen behavioristische, cognitieve en ecologische benaderingen.

De aanname van de behavioristische benadering is dat gedrag beschreven en verklaard kan worden in termen van associaties tussen externe en objectief waarneembare stimuli en responsen. Een andere aanname is dat deze associaties grotendeels aangeleerd worden. Het grootste deel van het behavioristische onderzoek concentreert zich dan ook op het leergedrag (Hilgard & Bower, 1975; Hulse, Egeth & Deese, 1980). Het meeste behavioristische onderzoek richt zich op betrekkelijk eenvoudige vormen van (dier)gedrag. Hierbij werd al snel duidelijk dat de meer complexe vormen van gedrag niet goed beschreven en verklaard kunnen worden zonder verwijzing naar de interne mentale mechanismen/processen die plaats vinden tussen stimulus (input) en respons (output).

De problemen met de behavioristische benadering en de opkomst van de computer als model voor menselijke informatieverwerking leidde tot een nieuwe, cognitief georiënteerde, benadering (Miller, Galanter & Pribram, 1960). Binnen de cognitieve benadering wordt de doelgerichtheid van het gedrag benadrukt en wordt het gedrag beschreven en verklaard in termen van interne hypothetische functies (processen en representaties). Deze worden afgeleid uit resultaten van experimenten waarbij verschillende taken of taakcondities worden gebruikt die verondersteld worden een beroep te doen op verschillende functies (processen en representaties). Het (taak)gedrag wordt binnen de cognitieve benadering dus verklaard in termen van (interne) functies i.p.v. in termen van associaties tussen (externe) input en output.

De ecologische benadering wortelt in een onderzoekstraditie die zich meer specifiek bezighoudt met de dynamische aspecten van de menselijke waarneming (Gibson, 1966, 1979). Anders dan bij de twee vorige benaderingen ligt hier het accent op de dynamische interactie tussen systeem en omgeving. Gedrag wordt binnen de ecologische benadering beschreven en verklaard in termen van doelen en de gedragsmogelijkheden die een specifieke systeem-omgeving combinatie biedt m.b.t. de verwezenlijking van doelen. Concepten en principes afkomstig uit de ecologische benadering worden ook toegepast in het onderzoek op het gebied van mens-machine systemen (Flach, 1990; Rasmussen, 1986; Vicente & Rasmussen, 1990, 1992).

Elk van de genoemde benaderingen komt voort uit een andere filosofische traditie, respectievelijk empiristisch, rationalistisch en nativistisch, en accentueert verschillende gedragsaspecten, te weten leren, probleem oplossen en de samenhang tussen waarneming en handelen. Naarmate de nadruk meer ligt op het beschrijven van complexer en meer realistisch gedrag vervaagt het onderscheid tussen de verschillende benaderingen. Dit is vooral duidelijk op het gebied van de kunstmatige intelligentie en de robotica (zie b.v. Albus, 1991).

Veel van de in het voorgaande genoemde concepten worden ook hier gebruikt. In deze zin is de hier beschreven benadering te typeren als eclectisch. Daarnaast wordt bij de toepassing van deze concepten gebruik gemaakt van de systeemtheorie als overkoepelend kader. In deze zin is de benadering te karakteriseren als een systeembenadering.

Uitgangspunten bij de ontwikkeling van de methoden van missie- en taakanalyse zijn dat gedrag beschouwd kan worden als zijnde doelgericht, systeem-specifiek en context-afhanke-



lijk. Hetzelfde doel kan op veel verschillende manieren worden bereikt. De keuzen die noodzakelijk zijn om tot een oplossing te komen en die ten grondslag liggen aan de georganiseerdheid van gedrag, komen tot stand op basis van hiërarchische sturing en terugkoppeling tussen systeem- c.q. gedragscomponenten.

Los van deze uitgangspunten kan de vraag gesteld worden in hoeverre het mogelijk is om, ondanks de verschillen in mogelijke doelstellingen, de systeemgebondenheid en de contextafhankelijkheid van gedrag, te komen tot een uniforme beschrijvingswijze. De beschikbaarheid van verwante analyse- en ontwerp-methodieken op het gebied van informatie-analyse en software-ontwerp (zie b.v. Coad & Yourdon, 1991; Rumbaugh, Blaha, Premerlani, Eddy & Lorensen, 1991) demonstreren dat, ondanks een grote variëteit aan domeinen/toepassingen, het niettemin mogelijk is te werken volgens uniforme methodieken. Zoals ook uit de volgende hoofdstukken zal blijken, bestaat de prijs die men voor deze domein-onafhankelijkheid c.q. brede toepasbaarheid moet betalen uit een betrekkelijk hoge mate van abstractie.

### 3 MISSIE-ANALYSE

Een groot probleem bij de specificatie van leerdoelen is het ontbreken van een eenduidige en uniforme methode waarmee de operationele praktijk beschreven kan worden. De praktijk is dan ook dat ideeën en aannames over de operationele praktijk impliciet worden gelaten. Een adequate beschrijving van de operationele praktijk is echter noodzakelijk om de volledigheid en de validiteit van de leerdoelen te kunnen garanderen. Het ontbreken van een adequate beschrijving van de operationele praktijk kan leiden tot niet valide, onvolledige, inefficiënte en/of incompatibele opleidingen.

Bestaande beschrijvingen van de operationele praktijk (beleidsstukken, voorschriften, simulatiemodellen, oefenscenario's, onderzoeksverslagen, etc.) verschillen sterk in perspectief, abstractieniveau en beschrijvingswijze en zijn meestal ook niet bedoeld om te dienen als basis voor de specificatie van leerdoelen. Dit maakt het nagenoeg onmogelijk te spreken over "de" operationele praktijk. Een voor de militaire praktijk bijkomende complicatie is dat de operationele praktijk tot op zekere hoogte een "fictieve" praktijk is in die zin dat wat als praktisch relevant wordt beschouwd voor een belangrijk deel gebaseerd is op aannames en inschattingen t.a.v. toekomstige operaties. Het zal duidelijk zijn dat deze verschillen m.b.t. wat als de operationele praktijk dient te worden beschouwd het bereiken van een gemeenschappelijk uitgangspunt dat gebruikt kan worden bij de verdere opleidingsontwikkeling er niet eenvoudiger op maakt; met name waar het gaat om de ontwikkeling van opleidingen waarbij geleerd moet worden samen te werken met meerdere interacterende wapensystemen op verschillende commandoniveaus.



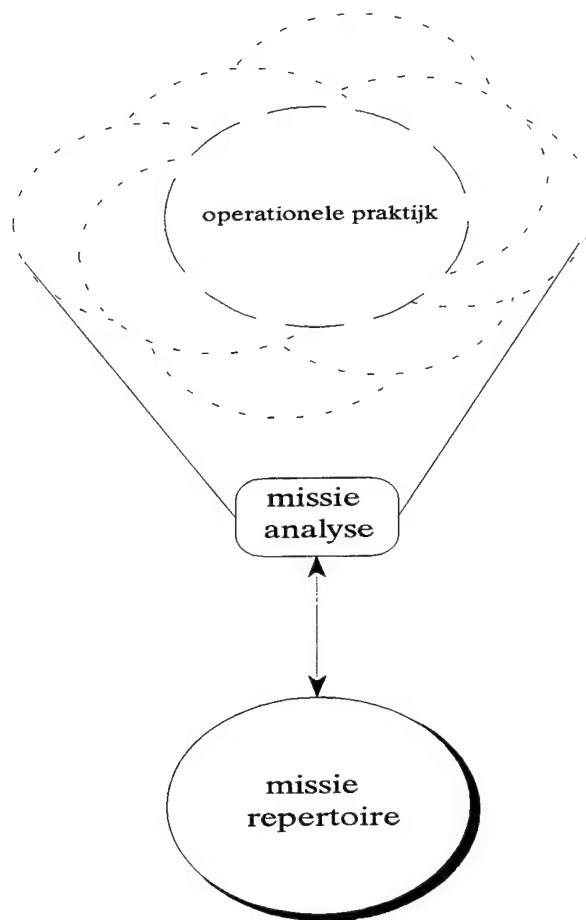


Fig. 2 Het doel van missie-analyse.

Zoals geïllustreerd in Fig. 2 is het belangrijkste probleem hoe uiteenlopende beschrijvingen van de operationele praktijk geïntegreerd kunnen worden in een gemeenschappelijke en samenhangende beschrijving die gebruikt kan worden als uitgangspunt bij verdere opleidingsontwikkeling. Missie-analyse is bedoeld als oplossing van dit probleem. Missie-analyse heeft betrekking op het beschrijven van het operationele gedrag van complexe dynamische systemen. Hierbij dienen veel verschillende soorten informatie geïntegreerd te worden tot een eenduidige beschrijving die gebruikt kan worden bij taakanalyse (de volgende stap in het analysetraject; zie Fig. 1).

Hoewel er verscheidene technieken voor het beschrijven van missie-aspecten beschikbaar zijn (RSG.14, 1992) is er, afgezien van enkele incidentele aanzetten (Smith, Hull & Irvine, 1984) vooralsnog geen omvattende methode voorhanden.

In dit verband beperkt missie-analyse zich tot de beschrijving van het gedrag van mobiele wapensystemen. Dit is o.i. geen fundamentele beperking. Zoals eerder opgemerkt worden de hier beschreven principes ook toepasbaar geacht op andere systemen c.q. domeinen (voor

verdere argumentatie wordt verwezen naar hoofdstuk 6). Het domein van mobiele wapensystemen omvat niet alleen verschillende typen wapensystemen, bijvoorbeeld tanks, helikopters en fregatten, maar ook verschillende niveaus, zo kan een tankpeloton ook beschouwd worden als een enkel wapensysteem zij het op een hoger aggregatieniveau.

### 3.1 Missie-beschrijving

Een missiebeschrijving, in het vervolg kortweg "missie" genoemd, is een geïdealiseerde normatieve beschrijving van het operationele gedrag van een dynamisch systeem. Dit gebruik van het begrip "missie" als eenheid van beschrijving wijkt enigszins af van het militaire gebruik waar met de term "missie" veelal een specifieke militaire opdracht bedoeld wordt; bijvoorbeeld het innemen van een bepaalde stad. In de huidige context wordt het begrip missie veeleer gebruikt om klassen van algemene wijzen van optreden aan te geven; bijvoorbeeld: het innemen van een (willekeurige) stad. De achterliggende gedachte is dat veel van het gedrag van een systeem herleid kan worden tot een beperkt aantal (samenhangende) basismechanismen, een soort basisstructuur, en dat het grootste deel van de waargenomen variëteit aan werkingswijzen toe te schrijven is aan, door de toevallige omstandigheden opgelegde, uitvoeringsverschillen (varianten) van de basisstructuur. Een zekere mate van abstractie wordt hier dus voorondersteld.

Een belangrijke vraag is uit welke elementen een missie-beschrijving moet bestaan. Eerder is gedrag getypeerd als zijnde doelgericht, systeemgebonden en context-afhankelijk. Al deze aspecten dienen te worden verdisconteerd in de beschrijving. Daarnaast moet ook een beschrijving gegeven worden van de wijze waarop het doel bereikt wordt c.q. kan worden. Zoals ook al eerder opgemerkt kan eenzelfde doel op veel verschillende manieren worden bereikt. Ook hier zal de beschrijving zich moeten beperken door niet te streven naar uitputtendheid maar naar representativiteit.

Verondersteld wordt dat het format van een missie-beschrijving altijd uit 3 componenten bestaat: doel-beschrijving, domein-beschrijving en proces-beschrijving. Samen vormen deze het missie-model. De doel-beschrijving specificeert het doel dat met het systeemgedrag beoogd wordt c.q. het criterium waaraan het systeemgedrag dient te voldoen. De domein-beschrijving specificeert met welke middelen (systeem) en onder welke omstandigheden (omgeving) het doel verwezenlijkt moet worden. De combinatie systeem-omgeving bepaalt feitelijk het scala aan gedragsmogelijkheden dat beschikbaar is om het doel te verwezenlijken. De proces-beschrijving is gebaseerd op de doel- en de domeinbeschrijving en specificeert de (beste/typische) wijze waarop het doel, gegeven de mogelijkheden, verwezenlijkt wordt c.q. dient te worden. De relaties tussen de verschillende beschrijvingen staan weergegeven in Fig. 3.

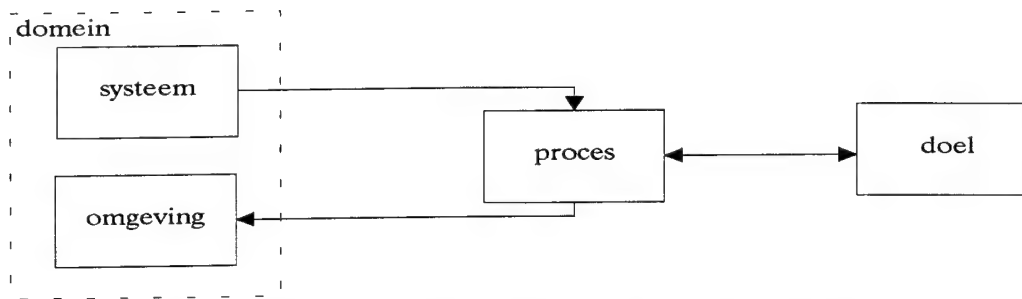


Fig. 3 Relaties tussen doel-, domein- en procesbeschrijving.

### 3.1.1 Doelbeschrijving

Zoals gezegd specificceert de doel-beschrijving het doel, d.w.z. het resultaat, dat met het systeemgedrag beoogd wordt c.q. het criterium waaraan het systeemgedrag dient te voldoen. De doelbeschrijving vormt het vertrekpunt bij de missiebeschrijving. In principe dient het doel dusdanig beschreven te zijn dat op grond van de beschrijving beslist kan worden of het doel bereikt is of niet.

Naast een beschrijving van het doel zal in de doelbeschrijving ook aangegeven moeten worden op welke wijze het doel samenhangt met de andere doelen/missies die binnen het missie-repertoire, waarvan de missiebeschrijving deel uitmaakt, onderscheiden worden. Hoe dit precies wordt aangegeven zal afhangen van de wijze waarop in het missie-repertoire de relaties tussen missies zijn beschreven. Het ligt voor de hand hiervoor een of ander codeerschema te gebruiken.

### 3.1.2 Domeinbeschrijving

De domeinbeschrijving specificceert (1) met welk systeem en (2) binnen welke omgeving het doel moet worden verwezenlijkt.

#### 3.1.2.1 Systeembeschrijving

Een systeembeschrijving is een functionele beschrijving van het systeem. Een functionele beschrijving is een beschrijving in termen van systeemfuncties, los van de wijze waarop deze zijn geïmplementeerd. Een systeemfunctie is een vermogen om bepaalde inputs (informatie/energie) te koppelen aan, c.q. te transformeren in, bepaalde outputs (informatie/energie). Een functionele beschrijving abstraheert van allerlei systeemspecifieke details die voor het doel van de missie-analyse niet relevant zijn.

Een systeemfunctie wordt gedefinieerd in termen van inputs en outputs en de transformaties/bewerkingen die hiertussen kunnen worden uitgevoerd. Deze transformaties/bewerkingen kunnen nader getypeerd en gekarakteriseerd worden door de specificatie van bepalende grootheden (parameters) en hun bereik/begrenzingsen. Begrenzingsen kunnen worden onderscheiden in intrinsieke begrenzingsen en begrenzingsen opgelegd door de omgeving

(extrinsiek). Bij de opzet van het systeem-model beperkt de beschrijving zich in eerste instantie tot de intrinsieke begrenzingsen.

De beschikbaarheid over een bepaalde systeemfunctie biedt het systeem het vermogen (potentie) om bepaald gedrag te vertonen. Of en hoe een systeemfunctie gebruikt wordt is afhankelijk van het doel en de omstandigheden. Een systeemfunctie kan verschillende doelen dienen en biedt de mogelijkheid bepaalde vormen van gedrag te realiseren.

De definitie van systeemfuncties en hun onderlinge relaties beschrijft de interne functionaliteit van het systeem. Afhankelijk van het type systeem kunnen uiteraard verschillende systeemfuncties worden onderscheiden. Deze worden in eerste instantie onderscheiden op basis van een logisch-functionele analyse van het hoofddoel van een systeem. Zo is het hoogste c.q. primaire doel van een mobiel wapensysteem het uitschakelen van vijandelijke wapensystemen. Hieruit volgt logischerwijs dat het systeem hiertoe over een aantal functies dient te beschikken.

Op het meest abstracte niveau kunnen m.b.t. mobiele wapensystemen de volgende systeemfuncties worden onderscheiden: coördinatie, mobiliteit, systeembehoud, doelopsporing en doelbestrijding. Deze worden de kernfuncties van het systeem genoemd. Zoals in figuur 4 is aangegeven kunnen er tussen de systeemfuncties verschillende relaties bestaan. Voor de duidelijkheid zijn een aantal mogelijke relaties tussen systeemfuncties in figuur 4 niet afgebeeld. In principe kunnen er echter tussen alle systeemfuncties input- en output relaties bestaan.

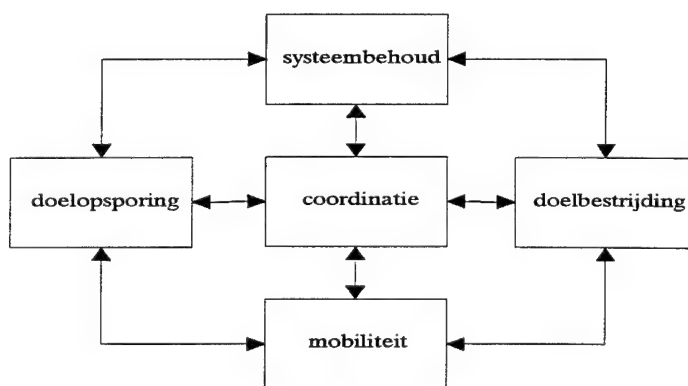


Fig. 4 Systeemfuncties.

Uitgaande van deze kernfuncties kan de functionaliteit van een systeem naar behoeven verder opgesplitst worden in meer elementaire subfuncties (systeemreticulatie). Voor de duidelijkheid en de consistentie wordt bij een dergelijke opsplitsing als eis gesteld dat op elk niveau de systeemfuncties eenduidig gekoppeld zijn aan een systeemfunctie op het naasthogere niveau. Elke kernfunctie vormt a.h.w. het topje van een "piramide" die opgebouwd is uit verschillende lagen (aggregatieniveaus) bestaande uit verschillende aantallen bouwstenen (de subfuncties). Met de opsplitsing van systeemfuncties wordt ook het aantal (mogelijke) relaties uitgebreid; niet alleen horizontaal maar ook verticaal (hiërarchisch).

In de volgende paragrafen worden de systeemfuncties nader omschreven en worden enkele voorbeelden van mogelijke opsplitsingen gegeven.

#### 3.1.2.1.1 Coördinatie

Coördinatie is de systeemfunctie die het mogelijk maakt die informatie uit te wisselen en te verwerken die nodig is om samen te werken met andere systemen (extern) en die nodig is voor de afstemming tussen de overige systeemfuncties waaruit het systeem is opgebouwd (intern). Het laatste betekent dat de coördinatiefunctie d.m.v. input- en output-relaties gekoppeld is aan elk van de overige systeemfuncties.

De systeemfunctie coördinatie kan opgesplitst worden in de subfuncties communicatie en missie-management. Communicatie is de subfunctie die informatie-uitwisseling mogelijk maakt. Missie-management is de subfunctie die het mogelijk maakt informatie op te slaan, te verwerken, en beslissingen te nemen. De subfuncties communicatie en missie-management kunnen op hun beurt weer verder opgesplitst worden.

Bij de opsplitsing van de subfunctie communicatie kan gebruik gemaakt worden van onderscheidingen m.b.t. de informatie-inhoud en m.b.t. het informatiekanaal (de oorsprong, de bestemming en de modaliteit/codering van de informatie).

Bij de opsplitsing van de subfunctie missie-management kan onderscheid gemaakt worden tussen de opslag, de verwerking (analyse/synthese), en de waardering van informatie.

#### 3.1.2.1.2 Systeembehoud

De systeemfunctie systeembehoud biedt de mogelijkheid de integriteit/functionaliiteit van het systeem te handhaven tegenover "dreigingen", d.w.z. factoren die deze integriteit bedreigen. Het begrip "dreigingen" moet hierbij ruim worden opgevat; zo kunnen zowel apparatuurstoringen, voedsel- of brandstofgebrek, als vijandelijke projectielen als dreigingen worden beschouwd. Aangezien in principe de integriteit van elke systeemfunctie bedreigd kan worden, heeft de systeemfunctie systeembehoud relaties met elk van de overige systeemfuncties.

De systeemfunctie systeembehoud kan verder opgesplitst worden in subfuncties die betrekking hebben op interne, d.w.z. systeem-intrinsieke dreigingen/maatregelen (onderhoud, bevoorrading, bescherming) en subfuncties die betrekking hebben op externe dreigingen. Interne dreigingen komen voort uit het systeem zelf (b.v. een motorstoring), externe dreigingen worden veroorzaakt door invloeden van buiten het systeem. De eerste categorie kan verder opgesplitst worden naar het type systeemfunctie dat bedreigd wordt. De laatste categorie kan nog verder opgesplitst worden in militaire en niet-militaire dreigingen.

#### 3.1.2.1.3 Mobiliteit

De systeemfunctie mobiliteit biedt het (wapen)systeem de mogelijkheid zich te verplaatsen in de systeemomgeving. Dit is een relatief meer specifieke en minder complexe systeemfunctie dan de eerder besproken systeemfuncties coördinatie en systeembehoud.

De belangrijkste subfuncties die m.b.t. mobiliteit onderscheiden kunnen worden zijn navigatie, voortstuwing en sturing. De subfunctie navigatie biedt de mogelijkheid te bepalen waar het systeem zich bevindt (oriëntatie) en op welke relatieve positie zich een bepaalde bestemming bevindt (lokalisatie). De subfunctie voortstuwing biedt de mogelijkheid het systeem te bewegen t.o.v. de omgeving. De subfunctie sturing biedt het systeem de mogelijkheid de bewegingsrichting te bepalen teneinde obstakels te vermijden, vijandcontact te vermijden of te maken en een bepaalde bestemming te bereiken.

#### 3.1.2.1.4 Doelopsporing

De systeemfunctie doelopsporing biedt de mogelijkheid bepaalde vijandelijke doelen op te sporen c.q. te onderkennen. Ook dit is een betrekkelijk specifieke maar voor wapensystemen zeer kritische systeem(alarm)functie die overwegend output-relaties heeft met alle andere systeemfuncties; primair met doelbestrijding maar met name ook met coördinatie en systeembehoud.

De systeemfunctie doelopsporing kan worden opgesplitst in de subfuncties detectie en identificatie. De subfunctie detectie biedt de mogelijkheid signalen in de omgeving te detecteren. Binnen deze functies kan verder nog onderscheid gemaakt worden naar het type sensoren/modaliteiten. De subfunctie identificatie biedt de mogelijkheid gedetecteerde signalen te identificeren als (waarschijnlijk) wel of geen doel en, zo ja, wat voor een type doel.

#### 3.1.2.1.5 Doelbestrijding

De systeemfunctie doelbestrijding biedt de mogelijkheid (op afstand) doelen uit te schakelen. Deze systeemfunctie heeft met name een belangrijke (input-)relatie met de systeemfunctie doelopsporing welke de doelen en doelcoördinaten levert. Daarnaast heeft het ook belangrijke inputrelaties met andere systeemfuncties; ook hier met name met coördinatie en systeembehoud.

De systeemfunctie doelbestrijding kan worden opgesplitst in de subfuncties doelwaarneming en wapeninzet. De subfunctie doelwaarneming biedt de mogelijkheid de positie c.q. de beweging van geïdentificeerde doelen te blijven volgen. Evenals detectie kan m.b.t. deze functie een verder onderscheid gemaakt worden naar sensoren/modaliteiten. De waarneming van de uitwerking van de wapeninzet kan ook tot deze subfunctie gerekend worden. De subfunctie wapeninzet biedt de mogelijkheid, afhankelijk van prioriteit, doelen uit te schakelen. Bij deze subfunctie kan een verder onderscheid gemaakt worden naar type wapen.

#### 3.1.2.2 Omgevingsbeschrijving

De beschrijving van het domein omvat naast een beschrijving van het systeem ook een beschrijving van de omgeving van het systeem (zie Fig. 3). Zoals in Fig. 5 is weergegeven kan de omgeving van het systeem worden beschreven in termen van entiteiten en grootheden die de omstandigheden/randvoorwaarden beschrijven waaronder/waarbinnen het systeem dient te functioneren.

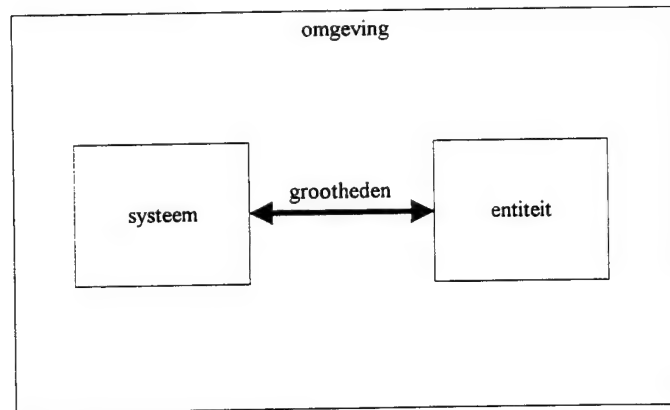


Fig. 5 Relatie tussen systeem en omgeving (grootheden en entiteiten).

Welke entiteiten en grootheden relevant zijn hangt in eerste instantie af van de functionaliteit van het systeem; deze bepaalt immers de mogelijkheden tot wederzijdse beïnvloeding. Daarnaast is ook het doel dat wordt nagestreefd van belang om te bepalen wat wel en wat niet relevant is. Het doel is per definitie voor elke missie verschillend. In eerste instantie zal dan ook bij de beschrijving van de omgeving uitgegaan worden van de functionaliteit van het systeem. Dit betekent dat naar de omgeving gekeken wordt vanuit het "oogpunt" van het systeem: welke omgevingsaspecten kunnen van invloed zijn op het systeem en/of kunnen door het systeem beïnvloed worden?

In de volgende paragrafen worden eerst de belangrijkste onderscheidingen m.b.t. de omgeving (grootheden en entiteiten) beschreven. Vervolgens wordt ingegaan op de mogelijke relaties tussen systeem en omgeving.

#### 3.1.2.2.1 Fysische grootheden

Met grootheden worden de meer algemene omgevingskarakteristieken beschreven. Deze kunnen worden onderscheiden in ruimtelijke en mediale grootheden. Ruimtelijke grootheden beschrijven de ruimtelijke dimensies van de media waarbinnen het doelsysteem en de omringende entiteiten opereren c.q. gelokaliseerd zijn. Deze beschrijving beperkt zich tot de invloedssfeer van het systeem. De positie van het doelsysteem wordt hierbij als referentie/oorsprong van de systeem-sfeer gebruikt en de positie van entiteiten wordt uitgedrukt t.o.v. deze oorsprong (zie Fig. 6).

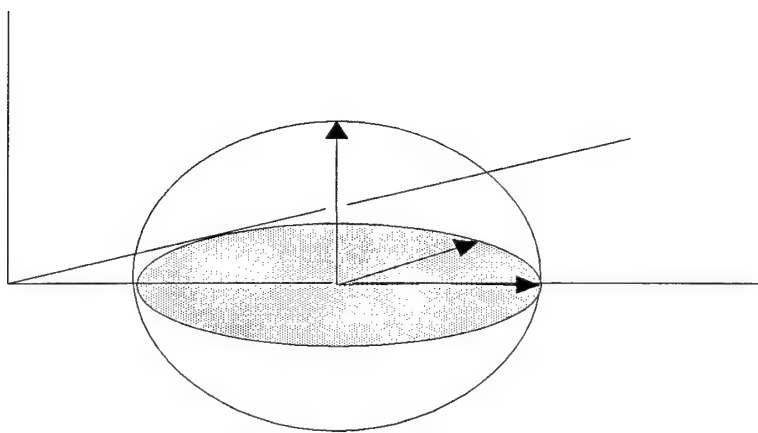


Fig. 6 Het omgevingsmodel.

Een medium is een middel/substantie dat de overbrenging van informatie/energie en daarmee interactie tussen systeem en omgeving mogelijk maakt of verhindert. Media kunnen grofweg onderscheiden worden in aarde, water, en lucht. Overeenkomstig hiermee kan gesproken worden van lithosfeer, aquasfeer en atmosfeer. Een systeem kan zich bewegen in een medium (een vliegtuig in de atmosfeer, een onderzeeboot in de oceaan) of op het grensvlak van media; bijvoorbeeld het aardoppervlak.

Grootheden kunnen worden onderscheiden c.q. geclusterd op basis van de systeemfuncties waarover het systeem beschikt. Dit wil zeggen dat alleen omgevingsgrootheden worden onderscheiden voorzover deze van invloed zijn op de input, de output en/of de werking van de systeemfuncties. In veel gevallen zal eenzelfde grootheid voor meerdere systeemfuncties relevant zijn.

#### 3.1.2.2.2 Entiteiten

Een entiteit is een deelverzameling van de omgeving die als een geheel kan worden beschouwd en die los van de achtergrond van de omgeving kan worden onderscheiden. Entiteiten kunnen worden onderscheiden in agenten en omgevingsobjecten. Een agent is een autonoom systeem dat deel uit maakt van de omgeving. Met autonoom wordt bedoeld dat het zich vrij t.o.v. de omgeving kan gedragen/bewegen c.q. in staat is zijn invloed uit te oefenen op de rest van de omgeving. Voorbeelden van agenten zijn andere wapensystemen (bevriend of vijandelijk), overige voertuigen (militair dan wel civiel), mensen en dieren. Omgevingsobjecten zijn entiteiten die niet met de rest van de omgeving interacteren (althans niet op een voor het systeem relevante manier). Voorbeelden zijn bruggen, rivieren, gebouwen, bomen, bossen, et cetera.

Evenals grootheden kunnen ook entiteiten geclassificeerd worden op basis van hun relevantie voor verschillende systeemfuncties.



### 3.1.2.2.3 Relatie tussen systeem en omgeving

Het geheel aan (mogelijke) relaties tussen een systeem en zijn omgeving maakt de externe functionaliteit van een systeem uit. Relaties worden beschreven in termen van mogelijkheden d.w.z. mogelijke relaties, tussen doelsysteem en de omgeving. Bij de beschrijving van deze relaties wordt in eerste instantie geabstraheerd van bepaalde (geo-)specifieke situaties. In praktische situaties zal het zo zijn dat het optreden bepaald wordt door allerlei specifieke omstandigheden zoals de op een bepaald moment geldende terreinkarakteristieken (reliëf, begroeiing, bodemgesteldheid) van het operatiegebied. De beschrijving die hier wordt nagestreefd is echter niet geënt op één bepaalde situatie, bijvoorbeeld het optreden van het tankpeloton op de Noord-Duitse laagvlakte in een grootschalig conflict onder winterse omstandigheden, maar op het min of meer geïsoleerd beschouwen van verschillende mogelijke interacties tussen verschillende relevant geachte (kritische) situatie-aspecten. Uiteindelijk zal in een concrete analyse het niveau van abstractie afhangen van het abstractie-niveau waarop de missie-doelen zijn gespecificeerd.

De mogelijke relaties die worden onderscheiden kunnen worden uitgesplitst naar systeem-functie. Zo kan worden gesproken over coördinatie-, behouds-, mobiliteits-, doel-opsporings-, en doelbestrijdingsmogelijkheden. Elk van deze categorieën is uiteraard op te splitsen naar subfuncties.

De mogelijkheden die verschillende combinaties van systeem en omgeving bieden, bepalen de opeenvolgende (inter)acties die gerealiseerd kunnen worden. Welke mogelijkheden worden benut/gebruikt hangt af van het doel dat wordt nagestreefd. Deze worden in het procesmodel beschreven.

### 3.1.3 Procesbeschrijving

Naast de doel- en domeinbeschrijving (systeem- en omgevingsbeschrijving) behoort de procesbeschrijving tot de hoofdbestanddelen van een missiebeschrijving. De proces-beschrijving specificeert het gedrag van het systeem zoals dat zich in de tijd voltrekt. De proces-beschrijving is gebaseerd op de doel- en de domeinbeschrijving. De domein beschrijving vormt a.h.w. de semantiek en de procesbeschrijving de syntaxis van de missiebeschrijving. De procesbeschrijving specificeert de wijze waarop het doel (zoals gespecificeerd in de doelbeschrijving) verwezenlijkt wordt c.q. dient te worden, gegeven de middelen en de omstandigheden (zoals gespecificeerd in de domeinbeschrijving). De mate van specificiteit van de procesbeschrijvingen hangt af van de specificiteit van de doelbeschrijvingen. De mate van specificiteit van de doelbeschrijvingen volgt uit de afweging die gemaakt wordt tussen de breedte en diepte van de missie-analyse.

Bij de procesbeschrijving wordt gedrag beschreven in termen van alternatieve reeksen van acties die een bepaalde uitgangssituatie verbinden met een bepaalde doelsituatie zoals die in de doelomschrijving beschreven is. Ten opzichte van missies zijn acties te beschouwen als meer moleculaire gedragseenheden; het missie-verloop wordt dus beschreven in termen van verschillende acties. Evenals missies worden acties gemarkeerd door begin- en eindpunten (actiedoelen).

De procesbeschrijving is een beschrijving in kwalitatieve zin, d.w.z. een beschrijving in termen van discrete (opeenvolgende) acties. De acties die mogelijk zijn worden bepaald door de mogelijke relaties/interacties tussen systeem en omgeving zoals die in de domeinbeschrijving worden beschreven. Zoals in de vorige paragraaf worden deze relaties/interacties op hun beurt bepaald c.q. begrensd door de functionaliteit van het systeem.

In principe kunnen er veel verschillende wegen zijn die tot hetzelfde doel leiden. Uitgangspunt bij de procesbeschrijving is om niet uitputtend alle mogelijkheden te beschrijven maar de beschrijving te beperken tot de meest representatieve c.q. waarschijnlijke alternatieven. In de praktijk zullen de beslissingen die leiden tot verschillende uitvoeringsvarianten genomen worden op basis van baten/kosten overwegingen. Centraal aan de baten-zijde staat de vraag in hoeverre aan de opdracht, d.w.z. het doel van de missie, kan worden voldaan. Aan de kostenzijde staat het verlies aan het (systeem)vermogen tot verdere (vervolg)acties centraal.

Een voorbeeld van een missie-plan staat weergegeven in Fig. 7. Afhankelijk van de beslissingen die genomen worden op de verschillende beslispunten (weergegeven door ruitjes) kunnen verschillende actie-reeksen doorlopen worden. Deze alternatieve actiereeksen worden missie-scenario's genoemd. Welk missie-scenario in de praktijk doorlopen wordt zal afhangen van allerlei situatie-specifieke (OTVEM) factoren.

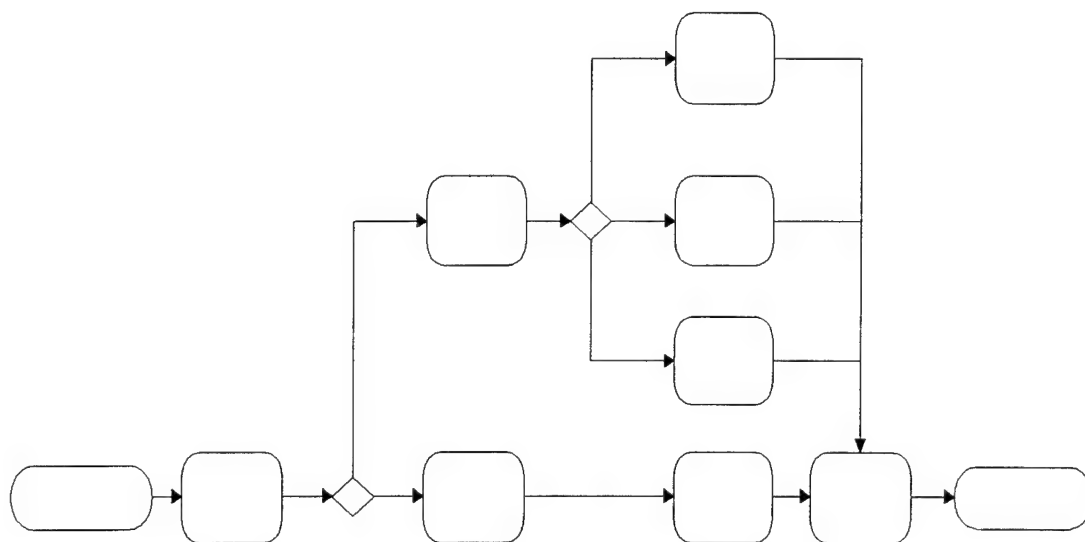


Fig. 7 Missie plan.

Met betrekking tot acties wordt een onderscheid gemaakt in acties die opeenvolgend en volgens een van tevoren opgezet missie-plan plaatsvinden en acties die plaats vinden in reactie op (een) bepaalde gebeurtenis(sen); acties die onder deze laatste categorie vallen worden reacties genoemd. Reacties worden beschreven in termen van zgn. **als** [voorwaarde] **dan** [actie] (gedrags)regels. Sommige reacties kunnen op ieder moment, d.w.z. tijdens iedere actie, worden uitgelokt terwijl andere specifiek gekoppeld zijn aan (een) bepaalde actie(s). Deze koppelingen kunnen worden weergegeven in een actie-reactie matrix (zie § 3.2.2.3.2).

Evenals acties worden ook reacties gemarkeerd door begin- en eindpunten. Zowel acties als reacties worden beschreven in termen van het domeinmodel. Bij de indeling en definitie van (re)acties dient zoveel mogelijk aangesloten te worden bij de "natuurlijke" breuklijnen in het gedrag (Newell, Carlton, Fisher & Rutter, 1989). Deze zijn meestal herkenbaar in het spraakgebruik en door het optreden van keuzemomenten. Hoewel de afbakening van (re)acties niet altijd eenvoudig zal zijn dient toch gestreefd te worden naar een eenduidige definitie die consequent gehanteerd kan worden. Dit voorkomt dubbelzinnigheden.

Het missieplan beschrijft alle voorziene (alternatieve) reeksen van acties tussen uitgangspositie en doel. De samenstelling van het missie-plan zal in de praktijk o.a. afhangen van de mate van voorbereiding. Hoe hoger de mate van voorbereiding, hoe fijnmaziger de planning, hoe uitgebreider/complexer het missieplan en hoe korter de reactie-lijsten (d.w.z. hoe kleiner de kans op onvoorziene gebeurtenissen). Bij een lagere graad van voorbereiding zal er daarentegen meer geïmproviseerd moeten worden, zal het missie-plan eenvoudiger en zullen de reactie-lijsten langer zijn.

### 3.2 Procedure missie-analyse

In essentie bestaat de methode van missie-analyse uit het verzamelen en structureren van beschikbare informatie aan de hand van een systematische combinatie van beschrijvings-elementen zoals die in het missie-model onderscheiden worden (systeemfuncties, grootheden, entiteiten, (re)acties, et cetera). Het resultaat is het missie-repertoire. Het missie-repertoire is een verzameling van onderling samenhangende missies die samen op representatieve wijze het gedrag van een bepaald doelsysteem beschrijven.

#### 3.2.1 Informatiebronnen en methoden van gegevensverzameling

Het uitvoeren van een missie-analyse is een complexe en arbeidsintensieve zaak. Goede bezinning op doel, middelen en methode en het volgen van een projectmatige aanpak zijn dan ook noodzakelijke voorwaarden voor een efficiënte en succesvolle analyse. Hierbij zijn een aantal zaken van belang:

- 1 het doel van de analyse dient duidelijk te zijn,
- 2 de randvoorwaarden (tijd en geld) moeten duidelijk aangegeven zijn,
- 3 de taakverdeling tussen de betrokkenen moet duidelijk zijn,
- 4 beschikbare informatie en potentiële informatiebronnen dienen bekend te zijn,
- 5 de wijze van informatieverzameling en rapportage dient bepaald te zijn, en
- 6 er moet voorzien worden in evaluaties van tussenresultaten (mijlpaalproducten) door gebruikers van de eindresultaten.

*Ad 1* In principe is een missie-repertoire vrijwel onbeperkt uitbreidbaar. In de praktijk is men echter doorgaans niet geïnteresseerd in een uitputtende en gedetailleerde beschrijving van alle mogelijke missies maar in het bereiken van een specifiek doel. Een belangrijke leidraad bij de bepaling van het doel van de analyse is het beoogd gebruik van de resultaten. Het onderhavige rapport beperkt zich tot missie-analyse in het kader van opleidingsontwikkeling. Missie-analyse kan echter ook gebruikt worden in het kader van de ontwikkeling van

nieuwe systemen (systeem-ergonomie). In beide gevallen zal een afweging tussen de breedte en de diepte van de analyse gemaakt moeten worden. In geval van een probleemgerichte analyse zal men meestal kiezen voor diepte; in geval van een ontwerpgerichte analyse zal men meestal in eerste instantie voor breedte kiezen.

*Ad 2* De hoeveelheid tijd en geld die men in een missie-analyse zal willen investeren zal afhangen van de waarde die men hecht aan het doel dat men met missie-analyse hoopt te bereiken. Hierover is in de inleiding al het een en ander gezegd. Met betrekking tot de factor tijd kan gesteld worden dat men geneigd is de tijd die nodig is voor een analyse te onderschatten en dat, mede hierdoor, men geneigd is te laat te beginnen met een analyse. Voor beide factoren kan opgemerkt worden dat de kosten van elke analyse afgezet moeten worden tegen de extra kosten of risico's die het niet uitvoeren van een analyse met zich meebrengt.

*Ad 3* Met betrekking tot diegenen die bij missie-analyse betrokken zijn kan grofweg een onderscheid gemaakt worden in (a) materiedeskundigen c.q. leveranciers van informatie/input, (b) analisten die deze informatie verwerken en (c) de gebruikers van de eindresultaten van de missie-analyse. In de praktijk zal het vaak zo zijn dat de laatstgenoemde twee rollen door dezelfde personen zullen worden vervuld: diegenen die de missie-analyse uitvoeren zullen doorgaans ook diegenen zijn die de taakanalyse (en de vervolgstappen binnen het analyse-traject) voor hun rekening nemen.

*Ad 4* Bij het vergaren van informatie kunnen verschillende typen informatiebronnen worden geraadpleegd. De belangrijkste zijn (a) documenten, (b) materiedeskundigen en (c) praktijkobservaties of -metingen.

- a Voorbeelden van documenten zijn voorschriften en onderzoeksverslagen/rapporten). Documenten zijn tot stand gekomen met bepaalde oogmerken die niet altijd zullen aansluiten bij die van een missie-analyse. Hierdoor is vaak een vertaalslag noodzakelijk. Voor een niet-materiedeskundige analist is een dergelijke vertaalslag niet altijd eenvoudig te maken. Het vergaren en lezen van documenten en het filteren van de informatie die relevant is voor het doel van de missie-analyse kan zeer tijdrovend zijn.
- b Vergeleken met documenten is de informatie die materiedeskundigen kunnen leveren vaak meer up-to-date en, omdat directe vragen kunnen worden gesteld, vaak ook directer en to-the-point. Een mogelijk nadeel is dat de informatie die geleverd wordt, gekleurd/bevooroordeeld kan zijn. Een specifiek probleem binnen het militaire domein is bijvoorbeeld dat veel van de materiedeskundigheid is gebaseerd op oefenervaring. Om dit laatste te ondervangen verdient het aanbeveling t.a.v. dezelfde onderwerpen, meerdere materiedeskundigen te raadplegen en de informatie die dit oplevert te vergelijken met andere bronnen. Bij complexe domeinen zal het vaak noodzakelijk zijn meerdere materiedeskundigen te raadplegen teneinde een min of meer volledige beschrijving te krijgen. De keuze van de materiedeskundigen die worden geraadpleegd is geen triviale beslissing. In geval van tegenstrijdige informatie zijn er regels/afspraken nodig waarmee tegenstrijdigheden kunnen worden opgelost. Het gevaar is anders dat de analyse in een impasse beland.
- c Het uitvoeren van praktijkobservaties is meestal arbeidsintensiever en kostbaarder dan het raadplegen van documenten en materiedeskundigen. Praktijkobservaties kunnen aan het begin van een analyse nuttig zijn als eerste domein-oriëntatie voor de analist(en). Voor

het overige zullen praktijkobservaties meestal worden gebruikt nadat op basis van documenten en materiedeskundigen een min of meer volledig overzicht van het analyse-domein c.q. missie-repertoire is verkregen. Praktijkobservaties zullen in dit geval dan meestal worden gebruikt om eventuele blinde vlekken in te vullen en/of tegenstrijdigheden in de beschikbare informatie op te helderen.

*Ad 5* De informatiebronnen die gekozen worden kunnen op verschillende manieren geraadpleegd worden. Zo kan de expertise van materiedeskundigen geraadpleegd worden aan de hand van (gestructureerde) interviews, verbale protocollen, talk throughs (het doorpraten van scenario's) en walk throughs (het demonstreren van acties/handelingen in de praktijk). Een en ander kan op individuele basis of groepsgewijs (b.v. een panel) plaatsvinden. Het zal duidelijk zijn dat de wijze waarop de materiedeskundigheid "afgetapt" wordt geen triviale kwestie is en belangrijke consequenties kan hebben voor de kwaliteit van het resultaat van de analyse.

Praktijkobservaties en -metingen kunnen velerlei vormen aannemen variërend van (participerende) praktijkobservaties, al dan niet systematische (video) observatiemethoden, tot (quasi-) experimentele veldbeproevingen. Iedere vorm heeft zo zijn voor- en nadelen. Welke vorm gekozen zal worden zal afhangen van de doelstelling van de observaties/metingen en de randvoorwaarden van het analyseproject.

*Ad 6* Gedurende de looptijd van het project is het van belang dat er tussentijdse evaluaties plaatsvinden zodat de voortgang van het analyse-project bewaakt en zo nodig bijgestuurd kan worden. Hierbij kan een onderscheid gemaakt worden tussen procesgerichte en resultaatgerichte evaluaties. In geval van procesgerichte evaluaties richt de evaluatie zich op de vraag of, los van de behaalde resultaten, de analyse conform de procedures verloopt. Procesgerichte evaluatie behelst onder meer controles op de volledigheid en consistentie van de analyse. Procesgerichte evaluatie is meestal een evaluatie die door de analist(en) wordt uitgevoerd. Resultaatgerichte evaluatie betreft de vraag of het resultaat van de analyse inhoudelijk gezien overeenstemt met de praktijk en is veeleer een zaak van materiedeskundigen.

In het vervolg wordt een beschrijving gegeven van de belangrijkste stappen bij het uitvoeren van een missie-analyse. Deze beschrijving kan beschouwd worden als een blauwdruk voor een project-plan.

### *3.2.2 Procedure-stappen missie-analyse*

In Fig. 8 staan de belangrijkste stappen weergegeven. De analyse begint met de afbakening van het missie-repertoire aan de hand van systeemidentificatie en doeleninventarisatie. Vervolgens wordt het missie-model opgesteld. Tenslotte wordt het missie-model toegepast bij de beschrijving van de missies die horen bij alle binnen het missie-repertoire onderscheiden doelen.

Hoewel de procedure beschreven wordt als een reeks opeenvolgende stappen, zal in de praktijk van de analyse iteratie van stappen vrijwel altijd noodzakelijk zijn. Het is immers vrijwel onmogelijk om als analist het onderwerp van analyse voldoende te overzien om per

stap direct al een best passende beschrijving op stellen die naadloos aansluit op de vervolgstappen. De uitgangspunten kunnen niet goed zijn geweest of nieuwe informatie kan herzieningen noodzakelijk maken. Zoals in Fig. 8 is aangegeven zullen de belangrijkste iteratie-lussen plaatsvinden tussen systeemidentificatie en doeleninventarisatie en tussen de definitie van het missie-model en de toepassing van het missie-model.

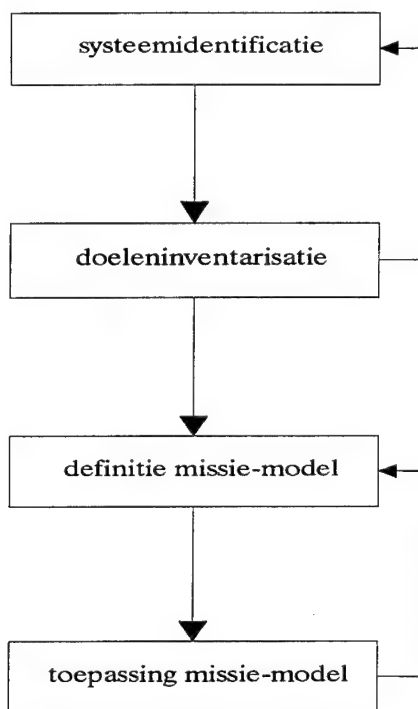


Fig. 8 Procedure stappen missie-analyse.

Een belangrijke vraag is wanneer de analyse beëindigd moet worden. Zoals in de vorige paragraaf is vermeld hangt dit af van het doel van de analyse. Als het gaat om missie-analyse in het kader van opleidingsontwikkeling zullen de resultaten van de analyse geschikt moeten zijn om te worden gebruikt als input voor de vervolgstap(pen). In de volgende hoofdstukken zal hier verder op worden ingegaan. In de meeste gevallen zal een missie-analyse op zijn minst voldoende informatie moeten opleveren om, aan de hand van taakanalyse, de (relaties tussen) taken te onderscheiden tot op het niveau van individuele functionarissen.

### 3.2.2.1 Systeemidentificatie

Bij systeemidentificatie gaat het erom het te analyseren systeem, het doelsysteem, af te bakenen van zijn omgeving. In de eerste plaats is daarbij het organisatorisch verband waarbinnen het doelsysteem functioneert van belang. Systeemidentificatie beperkt zich in hoofdzaak tot dit aspect omdat het organisatorisch verband het belangrijkste aanknopingspunt is bij het inventariseren van de missiedoelen van een systeem. De verdere systeemidentificatie vindt plaats bij het opstellen van het missie-model.

In het geval van mobiele wapensystemen functioneert het doelsysteem veelal als een autonoom systeem binnen een hiërarchisch verband van fysieke systemen. Vanuit het perspectief van het doelsysteem kan hierbij onderscheid gemaakt worden in bovengeschiedte of supersystemen, nevensgeschiedte of co-systemen en ondergeschiedte of subsystemen.

Een bovengeschiedt systeem is een systeem op het eerstvolgende hiërarchisch hoger geordende niveau waar het doelsysteem deel van uit maakt. Een doelsysteem kan deel uitmaken van verschillende bovengeschiedte systemen (b.v., in geval van het tankpeloton, verschillende teamsamenstellingen). Een nevensgeschiedt systeem is een systeem op hetzelfde niveau als het doelsysteem. Een nevensgeschiedt systeem kan van hetzelfde type zijn als het doelsysteem, bijvoorbeeld een ander tankpeloton, maar het kan ook een andersoortig systeem zijn, bijvoorbeeld een pantserinfanteriepeloton. Een ondergeschiedt systeem is een systeem op het eerstvolgende hiërarchisch lagere niveau, bijvoorbeeld een tank(sectie). Een doelsysteem kan relaties hebben met meerdere ondergeschiedte systemen. Ook in dit geval kunnen dit zowel gelijksoortige als ongelijksoortige systemen zijn. Een bijzonder geval doet zich voor als het doelsysteem geheel is opgebouwd uit, al dan niet verschillende, autonome subsystemen. Zo'n systeem wordt hier een samengesteld systeem genoemd. Samengestelde systemen zijn in de context van mobiele wapensystemen een vrij veelvuldig voorkomende verschijnsel; met name binnen het landmacht domein. De functionaliteit van zo'n systeem beperkt zich in zo'n geval grotendeels of uitsluitend tot coördinatie terwijl de overige functionaliteit een combinatie is van de functionaliteit van de samenstellende autonome (sub)systemen. In het laatste geval kan gesproken van een gedistribueerde functionaliteit. Zo is het peloton vnl. een organisatorisch laag tussen de individuele tanks en het team-niveau die bepaalde vormen van coördinatie mogelijk maakt. Het merendeel van de actiemogelijkheden van het tankpeloton zijn feitelijk een optelsom van de actiemogelijkheden van de individuele tanks.

Per bovengeschiedt systeem kunnen de relaties tussen de onderscheiden systemen worden weergegeven in de vorm van een systeem-organogram (zie Fig. 9).

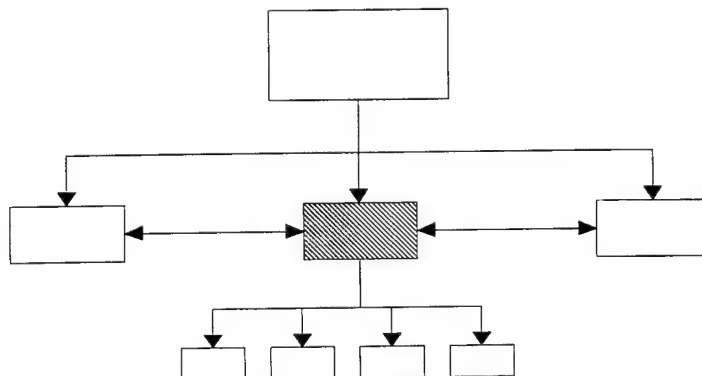


Fig. 9 Systeem-organogram.



### 3.2.2.2 Doeleninventarisatie

Doelstellingen beschrijven (gewenste) resultaten van gedrag. Het doel van wapensystemen in engere zin is het uitschakelen c.q. vernietigen van vijandelijke doelen. Deze doelstelling kan verbijzonderd worden naar de bredere context waarbinnen het vernietigen van vijandelijke doelen plaatsvindt. Met betrekking tot deze context kan een eerste onderscheid gemaakt worden in defensieve en offensieve doelen. Bij defensieve doelen gaat het om het verdedigen van een gebied of object tegen een bepaalde vijandelijke dreiging. Bij offensieve doelen gaat het om het bezetten van een gebied of om het in bezit nemen c.q. vernietigen van een bepaald object onder een bepaalde vijanddreiging. Daarnaast kan nog een onderscheid gemaakt worden m.b.t. de fysieke omstandigheden en de tactische randvoorwaarden waarbinnen het doel gerealiseerd moet worden. Met betrekking tot omstandigheden is het van belang te onderscheiden tussen globale en lokale omstandigheden. Globale omstandigheden zijn omstandigheden die voor de duur van de missie als constant beschouwd kunnen worden (veranderen niet tijdens de missie). Lokale omstandigheden daarentegen kunnen wel tijdens een missie veranderen en kunnen dus ook het missie-verloop beïnvloeden. Het onderscheid globaal/lokaal is afhankelijk van de duur van een missie en de snelheid waarmee veranderingen kunnen optreden. De categorie randvoorwaarden heeft betrekking op de mate van ondersteunende faciliteiten die gebruikt kunnen worden, eventuele tijdslimieten en bijzondere regels die voor de duur van de missie van toepassing zijn.

Gegeven de in het voorgaande genoemde onderscheidingen, zou een doelomschrijving er als volgt uit kunnen zien: het *verdedigen/aanvallen* tegen respectievelijk onder *vijanddreiging x* van een *gebied type v/object type w* onder *omstandigheden y* en met als *randvoorwaarden z*. Door tussen de met “/” aangegeven alternatieven te kiezen en op de plaats van de vetgedrukte letters specificaties te substitueren, kunnen verschillende doelen worden onderscheiden en beschreven.

Voor elk systeem dat voorkomt in de systeem-organogrammen kunnen een of meerdere doelen worden vastgesteld. Voor zover een systeem interacteert met andere systemen zullen doel-beschrijvingen, en daarmee dus ook missies, zijn gerelateerd aan doel-beschrijvingen van andere systemen op andere, bovengeslikte en ondergeslikte, aggregatieniveaus. Per systeem-organogram zijn een aantal verschillende doelenhiërarchieën mogelijk. Bij het opstellen van doelenhiërarchieën zal meestal in eerste instantie een top-down procedure gevolgd worden: eerst worden alle doelen op het bovengeslikte niveau beschreven, vervolgens worden de doelen op het niveau van het doelsysteem beschreven (inclusief de doelen van nevgeslikte systemen), als er ook sprake is van autonome subsystemen, worden tenslotte de doelen op het ondergeslikte niveau beschreven. De relatie tussen doelen op een bepaald niveau met de doelen op een lager niveau is meestal een één-op-meer relatie waarbij de doelen op het lagere niveau a.h.w. hiërarchisch zijn ingebed in de hogergeordende doelen.

Het feit dat elk doel deel uitmaakt van een aparte missiebeschrijving betekent dat hetgeen gezegd is over de hiërarchische nesting van doelen mutatis mutandis ook geldt voor de hiërarchische relaties tussen de overige componenten van een missiebeschrijving. Dat wil zeggen dat ook de domein- en procesbeschrijvingen op de verschillende niveaus genest



kunnen zijn. Bij de overgang van een niveau naar een ander niveau is steeds sprake van aggregatie/desaggregatie van beschrijvings-elementen (meer hierover bij de beschrijving van de toepassing van het missie-model).

Tussen de doelen op eenzelfde aggregatieniveau, bijvoorbeeld die van het doelsysteem en die van de nevenschikte systemen, kunnen uiteraard ook (horizontale) afhankelijkheden bestaan. Deze kunnen overwegend getypeerd worden als volgorde c.q. faseringsrelaties. Dit type relaties wordt altijd beschreven binnen de context van de doelenhiërarchie.

Het resultaat van de doeleninventarisatie is een verzameling van doelbeschrijvingen die georganiseerd zijn in de vorm van een of meerdere hiërarchieën per systeem-organogram. Deze verzameling van doelbeschrijvingen is te beschouwen als een beschrijving van de strategische gedragsaspecten. De tactische aspecten worden beschreven in de procesbeschrijvingen van de onderscheiden missies.

### 3.2.2.3 Definitie systeem-specifieke missie-modellen

Met de doeleninventarisatie is al een deel van de missiebeschrijvingen gespecificeerd, te weten de doelbeschrijving (zie Fig. 3). Per doelbeschrijving dienen nu nog de bijbehorende domein- en procesbeschrijving te worden opgesteld. Uitgangspunt hierbij is dat hetzelfde missie-model van toepassing is op alle missies, d.w.z. dat alle missies, qua vorm, op dezelfde manier beschreven kunnen worden in termen van beschrijvings-elementen als systeemfuncties, entiteiten, grootheden, acties, et cetera. In hoeverre dit uitgangspunt houdbaar is, zal de analyse-praktijk moeten leren. Inhoudelijk gezien zullen de missiebeschrijvingen uiteraard wel verschillen.

De toepassing van het missie-model verloopt in twee stappen: (1) eerst wordt per onderscheiden systeem (zie systeem-organogrammen) het missie-model inhoudelijk ingevuld, (2) vervolgens worden, uitgaande van deze systeem-specifieke missie-modellen, de missiebeschrijvingen gespecificeerd. Deze paragraaf beperkt zich tot de eerst genoemde stap, de volgende stap is de laatste stap van de missie-analyse en wordt in de volgende paragraaf beschreven.

Bij de toepassing van het missie-model wordt, zoals gezegd, eerst, per onderscheiden systeem, het model voor zover mogelijk nader (inhoudelijk) ingevuld. Het resultaat is een verzameling systeem-specifieke missie-modellen die inhoudelijk van elkaar verschillen maar volgens het zelfde model/format beschreven zijn. De invulling/uitwerking van het missie-model van het doelsysteem zal uiteraard het meest uitgebreid zijn. De uitwerking van de missie-modellen van de overige systemen, die binnen de verscheidene systeem-organogrammen onderscheiden worden, zal sterk afhangen van de mate waarin relaties bestaan met het doelsysteem.

Elk systeem-specifieke missie-model bevat a.h.w. de bouwstenen waaruit, per systeem, de missie-beschrijvingen zijn opgebouwd. Dit model vormt het uitgangspunt bij het beschrijven van de afzonderlijke missies. Uiteraard is het van belang het aantal bouwstenen zo beperkt mogelijk te houden.

De uitwerking van een missie-model is niet hetzelfde voor alle niveaus. Gezien de relaties die er tussen de verschillende systemen zullen bestaan, dient bij de uitwerking in systeem-specifieke modellen ook rekening te worden gehouden met deze relaties. Hierbij is van belang dat de compatibiliteit tussen de verschillende niveaus gegarandeerd wordt. In veel gevallen bestaan er tussen de beschrijvingselementen op de verschillende niveaus deel-geheel (aggregatie) relaties. Zo kan een systeemfunctie of entiteit op een bepaald niveau op een lager niveau opgesplitst, respectievelijk, uiteenvallen in weliswaar gerelateerde maar afzonderlijke subfuncties, respectievelijk, subentiteiten. Dergelijke relaties komen met name binnen het domein van mobiele wapensystemen veelvuldig voor. Zo kan bijvoorbeeld een missie op het ene niveau vrijwel geheel opgebouwd zijn uit missies op een lager niveau.

Hoewel dergelijke aggregatie-relaties de beschrijving kunnen compliceren dienen ze in de analyse verdisconteerd te worden. In de eerste plaats natuurlijk omdat dit overeenkomt met de werkelijkheid. In de tweede plaats omdat dit controle op de integriteit en de consistentie van de beschrijvingen mogelijk maakt. Tenslotte kan door "hergebruik" van missiebeschrijvingen de analyse verkort en de uitgebreidheid van de beschrijvingen beperkt worden: dezelfde missies kunnen immers in principe deel uitmaken van verschillende bovengeschiedte missiebeschrijvingen. De mate waarin dit mogelijk is zal echter afhangen van de detaillering van de beschrijvingen: naarmate de beschrijvingen specifieker worden zal de mogelijkheid ze te hergebruiken afnemen. Tot op zekere hoogte kan bij de opzet van het missie-model met de mogelijkheid tot hergebruik rekening gehouden worden.

De compatibiliteit van (systeem-specifieke) missie-modellen en van de bij de vervolgstap te bepalen (doel-specifieke) missie beschrijvingen dient voortdurend bewaakt te worden. Een van de principes die daarbij behulpzaam kan zijn is het zoveel mogelijk top-down werken.

Tijdens de toepassing van de systeem-specifieke missie-modellen (de volgende en laatste stap binnen de missie-analyse) kunnen de modellen verder worden aangepast en uitgebreid. Hierdoor kunnen ze van uitgangspunt geleidelijk aan in de loop van de verdere analyse ook de functie van systeem-specifieke checklists gaan vervullen.

In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de procedures die gevolgd dienen te worden bij de opzet van de systeem-specifieke missie-modellen die bij de verdere missie-analyse toegepast worden.

### 3.2.2.3.1 Domeinbeschrijving

#### Systeembeschrijving

Bij de opzet van het systeemmodel worden eerst de onderscheiden systeem(sub)functies gedefinieerd; inclusief parameters en hun bereik. Vervolgens worden de (interne) relaties tussen de systeemfuncties in kaart gebracht. Relaties tussen systeem(sub)functies kunnen onderscheiden worden in verticale (hiërarchisch genest) en horizontale relaties (zie Fig. 10).

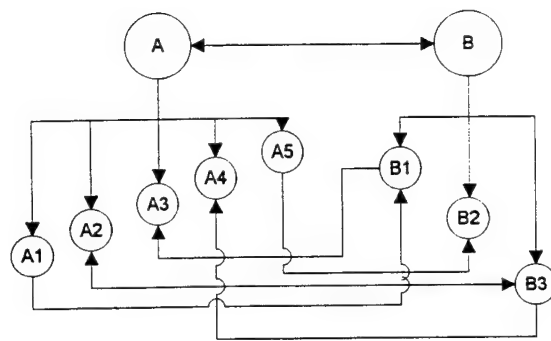


Fig. 10 Horizontale en verticale relaties tussen systeem-(sub)functies.

In Fig. 10 zijn 2 systeemfuncties, A en B, ieder afzonderlijk opgesplitst in een aantal systeemsubfuncties die op hun beurt onderling weer verbonden zijn.

Bij het systematisch in kaart brengen van relaties kan gebruik gemaakt worden van zgn. combinatie-matrices. In een combinatie-matrix (zie Tabel I) staan langs de rijen en de kolommen de te combineren items uitgezet (symmetrische matrix).

Tabel 1: Voorbeeld combinatie-matrix.

	1: A1	2: A2	3: A3	4: A4	5: A5	6: B1	7: B2	8: B3
1: A1								
2: A2					$M_{2,5}$			
3: A3								
4: A4								
5: A5		$M_{5,2}$						
6: B1								
7: B2								
8: B3								

Een cel in de matrix wordt aangeduid met de notatie MatrixNaam<sub>ij</sub>. In het subscript i,j geeft het nummer i het rijnummer aan en het cijfer j het kolomnummer. De cellen in deze matrix representeren verschillende paarsgewijze combinaties van items. De cellen in de rechter bovenhoek (verticale arcering) van de matrix representeren input-relaties (i,j; b.v.  $M_{2,5}$ ). De cellen in de linker onderhoek (horizontale arcering) representeren de output-relaties (j,i; b.v.  $M_{5,2}$ ). Door systematisch alle cellen van een combinatie-matrix te doorlopen wordt gegarandeerd dat geen van de mogelijke paarsgewijze (een-op-een) relaties over het hoofd wordt gezien. Natuurlijk kunnen met deze methode ook een-op-meer en meer-op-een

relaties worden geïnventariseerd. Hierbij worden verschillende cellen gecombineerd tot een samengestelde celrij of celkolom. Deze cellen kunnen aangegeven worden met dezelfde notatie waarbij voor de punt in het subscript de nummers van de gecombineerde rijen of na de punt de nummers van de gecombineerde kolommen staan, bijvoorbeeld:  $\text{MatrixNaam}_{a,xyz}$ . Zo verwijst  $M_{3,678}$  naar de diagonaal gearceerde cellen in Tabel I.

Door de cellen in een combinatie-matrix systematisch af te lopen worden alle mogelijke combinaties gecontroleerd. Het aantal mogelijke cellen neemt natuurlijk exponentieel toe met het aantal categorieën dat gebruikt wordt. In de praktijk is het dan ook raadzaam om in een eerste slag alle onwaarschijnlijke of onmogelijke combinaties/cellen uit te sluiten.

Bij het in kaart brengen van de relaties tussen systeem(sub)functies kunnen twee typen combinatiematrices gebruikt worden: (1) De systeemfunctie  $\otimes$  systeemfunctie matrix voor horizontale relaties en (2) de systeemfunctie  $\otimes$  subfunctie matrix voor verticale relaties.

### Omgevingsbeschrijving

Ook bij de opzet van het omgevingsmodel worden eerst de grootheden en entiteiten gedefinieerd. Dit gebeurt in termen van het systeem model. Vervolgens worden de relaties tussen grootheden en entiteiten in kaart gebracht. Hiervoor kan weer gebruik gemaakt worden van een of meerdere combinatiematrices (afhankelijk van het aantal items). Tenslotte wordt de externe functionaliteit van het systeem beschreven in termen van de mogelijke relaties tussen het systeemmodel en het omgevingsmodel.

#### 3.2.2.3.2 Procesbeschrijving

Zoals eerder beschreven bestaat een procesbeschrijving uit een missieplan en reactie-lijsten. Een missieplan is specifiek voor een bepaalde missie en het is dan ook niet mogelijk bij de vaststelling van het initiële missie-model hier een eerste opzet te geven anders dan de opzet die hiervoor al is gegeven. Wel is het mogelijk een eerste inventarisatie te maken van mogelijke (re)acties waaruit de plannen en de lijsten kunnen worden samengesteld. Bij de definitie van (re)acties dient er telkens op gelet te worden dat deze in termen van de binnen de domeinbeschrijving onderscheiden begrippen beschreven worden.

Bij het opstellen van een procesbeschrijving voor een bepaalde missie zal, uitgaande van de reeds beschikbare doelbeschrijving, de uitgangspositie, d.w.z. het begin van de missie, worden bepaald. Gemakshalve kan hiervoor voor alle missies dezelfde uitgangspositie gekozen worden. Dit is echter lang niet altijd mogelijk. Vervolgens kan, uitgaande van het standaardmodel, de meest typische/waarschijnlijke reeks van acties worden beschreven. Daarna kunnen hieraan alternatieve reeksen toegevoegd worden. Eventueel kan hierbij ook weer gebruik gemaakt worden van een combinatie-matrix waarbij de acties tegen elkaar zijn uitgezet en de cellen de overgangen c.q. beslisregels tussen combinaties van acties weer-geven.

Dezelfde methode kan gehanteerd worden bij het samenstellen van reactie lijsten. Ook hier zal, gegeven een bepaalde actie, begonnen worden met de meest typische/waarschijnlijke

reacties en ook hier kan gebruik gemaakt worden van een combinatie-matrix (actie  $\otimes$  reactie matrix). In een actie  $\otimes$  reactie matrix wordt in één oogopslag de verdeling van de reacties over de verschillende acties duidelijk.

#### 3.2.2.4 Toepassing systeem-specifieke missie-modellen op doelenhiërarchieën

Nadat in de vorige stap per systeem het missie-model is bepaald kan het worden toegepast op de verschillende doelen die per systeem onderscheiden worden. Hierbij zijn verschillende strategieën mogelijk. Welke strategie gekozen wordt zal in de praktijk mede afhangen van het doel van de analyse, de beschikbare informatie en de kosten van het vergaren van aanvullende informatie. Voor zover het past binnen het doel van de analyse zal meestal begonnen worden met het in kaart brengen van de beschikbare, d.w.z. de goedkoopste, informatie.

Het vertrekpunt bij deze stap zijn de doelbeschrijvingen. Het ligt voor de hand te beginnen met een globale beschrijving van alle onderscheiden missies. In principe zijn er evenveel missies als er doelen zijn. Het aantal doelen kan zeer groot zijn. Daarom kan het goed zijn op dit punt in het licht van de doelstelling van de missie-analyse de breedte en diepte van de analyse nog eens te (her)overwegen.

Het ligt in de rede, gezien de afhankelijkheden tussen de missiebeschrijvingen, de beschrijvingen per doelenhiërarchie uit te werken te beginnen met de missies van het betreffende bovengeschiedte systeem. Gezien de verschillen en relaties tussen de beschrijvingscomponenten van het missie-model is dit het meest efficiënt om eerst alle systeembeschrijvingen, vervolgens alle omgevingsbeschrijvingen en tenslotte alle procesbeschrijvingen op te stellen.

Nadat voor alle (geselecteerde) doelen deze eerste globale analyse is doorlopen kan in een volgende analyse-slag ingezoomd worden op de missies van het doelsysteem. Hierbij hoeven van de missie-beschrijvingen van andere systemen alleen die beschrijvingen aangepast te worden voor zover dit relevant is voor het doelsysteem. De meeste systemen die binnen de systeemorganogrammen onderscheiden worden kunnen vanuit het perspectief van het doelsysteem immers als "black-box" beschouwd worden.

Zoals al eerder opgemerkt is missie-analyse een iteratief proces waarbij, met name in de beginfase, het missie-repertoire en missie-model aangepast zullen moeten worden. Hierbij is het uiteraard van groot belang dat na iedere analyse-slag gecontroleerd wordt of de missie-modellen en missie-beschrijvingen vereenvoudigd kunnen worden en of ze nog compatibel/consistent zijn.

Bij de beschrijving is er tot dusverre steeds van uitgegaan dat de analyse betrekking heeft op een bestaand systeem. In geval van de analyse van het gedrag van een nog niet bestaand c.q. te ontwikkelen systeem wordt verondersteld dat de stappen grotendeels hetzelfde blijven en dat alleen de volgorde waarin ze worden uitgevoerd zal verschillen. Het verschil in volgorde kan gekarakteriseerd worden als "van binnen naar buiten" [systemen, doelen, missies (systeem, omgeving, proces)] versus "van buiten naar binnen" [doelen, systemen, missies (omgeving, systeem, proces)].

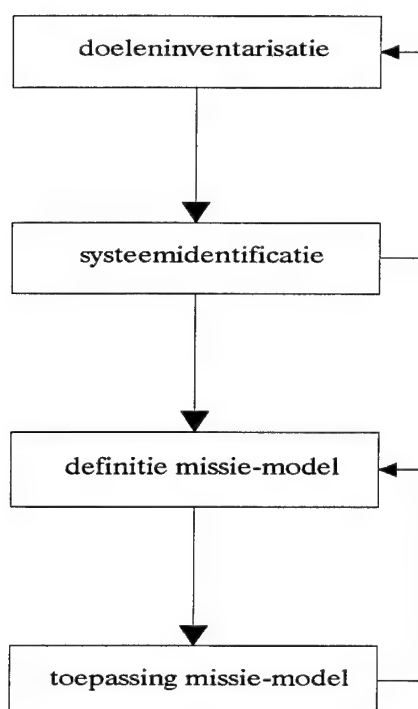


Fig. 11 Procedure stappen missie-analyse van een nieuw systeem.

Door de consequente toepassing van missie-modellen beschrijft iedere missiebeschrijving uiteindelijk een gedragselement dat als een afgerond en opzichzelfstaand geheel gelezen kan worden. Hoewel een dergelijke autonome beschrijving onvermijdelijk tot enige redundantie in de missiebeschrijvingen zal leiden weegt dit nadeel o.i. niet op tegen de voordelen m.b.t. de overzichtelijkheid en begrijpelijkheid van de beschrijvingen voor zowel analist als gebruiker.

Bij missie-analyse, evenals bij taakanalyse gaat het om het zoeken naar de best passende beschrijving. Wat onder "best passend" verstaan moet worden is afhankelijk van de doelstelling en de randvoorwaarden van de analyse. In zijn algemeenheid zullen de mate van consensus, de beknoptheid en de eenvoud van de beschrijving belangrijke criteria zijn bij de beoordeling van het resultaat.

Een belangrijke vraag is wanneer de missie-analyse "af" is en er begonnen kan worden met de taakanalyse, de volgende stap binnen het analyse-proces. Deze vraag zal in hoofdstuk 5 aan de orde komen nadat eerst in hoofdstuk 4 de methode van taakanalyse beschreven is.

#### 4 TAAK-ANALYSE

Taakanalyse is in dit rapport beperkt tot taken binnen mobiele wapensystemen; een categorie die valt onder de categorie mens-machine systemen. Er bestaat een uitgebreide literatuur met

name m.b.t. taakanalyse in de context van ontwerp. In tegenstelling tot missie-analyse zijn er t.a.v. taakanalyse een groot aantal verschillende benaderingen te onderscheiden. Voor een overzicht wordt verwezen naar Kirwan en Ainsworth (1992).

Daarnaast zijn ook talloze taxonomieën van taken voorgesteld (zie b.v. Fleishman & Quaintance, 1984). Probleem hierbij is dat dergelijke indelingen in de context van een bepaalde analyse weinig houvast bieden omdat ze of te globaal zijn of te specifiek of anderszins afwijken van het domein. Taken zijn eenvoudigweg zeer specifiek gebonden aan een bepaald domein/context. Een ander probleem is dat, vanwege het streven naar algemeenheid, de taakbeschrijvingen die gegeven worden vaak zeer summier zijn. De taakspecificaties die vaak gegeven worden zijn niet meer dan labels. Dezelfde problemen doen zich voor t.a.v. de relaties tussen verschillende taken; zo deze al gespecificeerd zijn.

Een populaire methode is de hiërarchische taakanalyse. Bij deze methode wordt voorbij gegaan aan andere (horizontale) relaties tussen taken. Bovendien is het een geïsoleerde methode die (vooralsnog) niet is ingebed in een voor- en natraject. Dit laatste punt van kritiek geldt overigens voor de meeste methoden van taakanalyse. Dit verklaart ook waarom in de literatuur over taakanalyse geworsteld wordt met het probleem van het stop-criterium: wanneer moet/kan een analyse als beëindigd beschouwd worden c.q. tot op welk niveau van detail moet de analyse uitgevoerd worden? Zoals in het volgende hoofdstuk beargumenteerd zal worden, zijn dergelijke vragen niet in zijn algemeenheid maar alleen binnen de context van een specifiek analyse-traject te beantwoorden. In geval van opleidingsontwikkeling moet het uiteindelijke resultaat van het analyse-traject in ieder geval resulteren in leerdoelen die voldoende specifiek zijn om te komen tot gedifferentieerde trainings- en instructiestrategieën.

Samenvattend wordt hier volstaan met de constatering dat er ook m.b.t. taakanalyse geen specifieke integrale benadering beschikbaar is; ook niet voor wat betreft taakanalyse in het kader van opleidingsontwikkeling.

Taakanalyse zoals hier opgevat is de analyse van het gedrag van de menselijke component van een systeem en is dus net als missie-analyse een gedragsanalyse. Het gevolg is dat de meeste principes van missie-analyse ook van toepassing zijn op taakanalyse. Qua methode wordt taakanalyse dan ook in grote lijnen beschouwd als een verbijzondering van missie-analyse. Het belangrijkste verschil is gelegen in de verschuiving van het systeemperspectief naar het perspectief van de menselijke gedragscomponent binnen het systeem waardoor de eenheid van analyse verandert van missie naar taak. De gehanteerde onderscheidingen en procedure-stappen zijn nagenoeg identiek (zie ook hoofdstuk 5). In geval van missie-analyse wordt het systeemgedrag beschreven in termen van missies; in geval van taakanalyse worden het gedrag van de menselijke component beschreven in termen van taken. Het resultaat van taakanalyse is een samenhangende verzameling van taakbeschrijvingen gegeven een bepaald missie-repertoire: het taakrepertoire.

## 4.1 Taakbeschrijving

Bij taakanalyse gaat het zoals gezegd om de analyse van de menselijke component van het systeem (het doelsysteem uit de missie-analyse) waarvan de operator deel uitmaakt. Gemakshalve wordt deze component aangegeven met de term "operator". De menselijke component kan vertegenwoordigd worden door een of meerdere personen. Hier wordt steeds gesproken over operators en relaties tussen operators waarbij operator kan staan voor een enkele persoon of voor meerdere personen (team of bemanning). Taakanalyse houdt zich bezig met het beschrijven van het gedrag van operators.

Het gedrag van operators wordt beschreven in termen van taken. Taken zijn altijd gedefinieerd binnen de context van een missiebeschrijving. Analoom aan een missiebeschrijving bestaat een taakbeschrijving uit 3 componenten: een doelbeschrijving, een domeinbeschrijving en een procesbeschrijving. Samen vormen deze het taakmodel.

Evenals in het geval van missie-analyse is ook hier hiërarchisch ordening van taken mogelijk (naast tijdsruimtelijke, d.w.z. horizontale, ordeningen).

### 4.1.1 Doelbeschrijving

Taakdoelen zijn afgeleiden van systeemdoelen. Systeemdoelen kunnen onderscheiden worden in actie- en missie-doelen. De doelbeschrijvingen en de procesbeschrijvingen uit de missie-analyse vormen dan ook een belangrijk uitgangspunt voor de identificatie van taken. De doelbeschrijving specificeert het doel, d.w.z. het resultaat, dat met het operatorgedrag beoogd wordt c.q. het criterium waaraan het operatorgedrag dient te voldoen.

### 4.1.2 Domeinbeschrijving

De beschrijving van het taakdomein specificeert met welke middelen en onder welke omstandigheden het taakdoel moet worden verwezenlijkt.

#### 4.1.2.1 Operatorbeschrijving

Het begrip "operator" wordt breed opgevat als de menselijke component van een (mens-machine) systeem. Met "operator" kan zoals gezegd zowel een individu als een groep individuen (team of bemanning) bedoeld worden. De beschrijving van een operator geschiedt op dezelfde wijze als de beschrijving van een systeem, d.w.z. in termen van systeemfuncties. Hierdoor kan dezelfde functionele beschrijvingswijze gebruikt worden om zowel individuele als teamtaken te beschrijven. In plaats van systeemfuncties wordt m.b.t. een operator echter gesproken van operatorfuncties. Operatorfuncties zijn feitelijk te beschouwen als de vaardigheden<sup>3</sup> die een operator nodig heeft om zijn taken te vervullen. De definitie

---

<sup>3</sup> In tegenstelling tot wat gebruikelijk is wordt hier alleen gesproken over "vaardigheden" en wordt geen apart onderscheid gemaakt tussen "kennis" en "vaardigheden". De kennis wordt voorondersteld in de vaardigheid. Ook wordt geen onderscheid gemaakt tussen "eigenschap" en "vaardigheid". In dit verband kan "vaardigheid" het best gelezen / opgevat worden als "vermogen tot ..".



van vaardigheid is dan ook analoog aan de definitie van systeemfunctie (zie verklarende woordenlijst).

De beschrijving van vaardigheden beschrijft de interne functionaliteit van de operator. Evenals m.b.t. een systeembeschrijving is ook hier weer de vraag welke vaardigheden moeten/kunnen worden onderscheiden. Evenals in het geval van systeembeschrijving is dit sterk afhankelijk van het domein van analyse.

Bij de (initiële) identificatie van vaardigheden kan men zich baseren op een of meer van de volgende informatiebronnen/methoden:

#### 1 Kennis omtrent menselijke functies

Veel eigenschappen en vaardigheden zijn uitvoerig gedocumenteerd in diverse handboeken (Boff, Kaufman & Thomas, 1986; Boff & Lincoln, 1988; Carroll, 1993) die kunnen worden geraadpleegd ter eerste oriëntatie. Vaardigheden worden vaak verward met taken, zo worden binnen veel taxonomieën taken vaak onderscheiden op basis van het type vaardigheden waarop ze verondersteld worden een beroep te doen. Een probleem in het (taxonomisch) onderzoek naar vaardigheden is echter dat vaardigheden doorgaans zeer taakspecifiek kunnen zijn. Een probleem is verder dat vaardigheden per definitie veranderen onder invloed van training en ervaring.

Taakanalyse richt zich doorgaans op het gedrag van experts. Hierdoor is het laatstgenoemde probleem minder relevant voor taakanalyse (de ontwikkeling van vaardigheden onder invloed van training en instructie is het centrale probleem bij trainingsanalyse; zie hoofdstuk 5). Wel een probleem is de taakspecificiteit van, met name, expertgedrag (zie b.v. Ericsson & Lehmann, 1996).

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat er een uitgebreide literatuur bestaat t.a.v. de (variatie in) kenmerken van talloze menselijke eigenschappen en individuele verschillen in vaardigheden, maar dat deze literatuur niet altijd voldoende houvast biedt bij het bepalen van de eigenschappen en vaardigheden die relevant zijn m.b.t. specifieke taken.

#### 2 Logisch-functionele analyse

Door middel van een logisch-functionele analyse van wat, gegeven de doelen en omstandigheden, nodig is om de doelen te bereiken kan in de meeste gevallen een koppeling tot stand gebracht worden tussen algemene vaardigheden zoals deze in de literatuur beschreven worden en de meer specifieke vaardigheden die van belang zijn binnen de specifieke systeem- en taakcontext van de taakanalyse. Hierbij kan vaak ook geput worden uit resultaten van soortgelijke analyses binnen andere, maar verwante, domeinen.

#### 3 Empirisch onderzoek

In geval van twijfels en als de randvoorwaarden van het project dit toelaten kan in voorkomende gevallen ook een beroep gedaan worden op empirische methoden van vaardigheidsanalyse. Dit zijn in principe alle methoden die ook in het wetenschappelijk onderzoek naar vaardigheden en leren gebruikt worden (voor een overzicht zie b.v. Patrick, 1991, 1992).

Op basis van voorgaande overwegingen kunnen t.a.v. operatorfuncties/vaardigheden, *in abstracto*, de volgende vaardigheden onderscheiden worden: samenwerking, lijfsbehoud, verplaatsing, waarneming en manipulatie. De gelijkenis met de indeling in systeemfuncties is

natuurlijk niet toevallig. In beide gevallen gaat het immers om (intelligente) autonome systemen.

#### 4.1.2.1.1 Samenwerking

Samenwerking is de vaardigheid die het mogelijk maakt die informatie uit te wisselen en te verwerken die nodig is om samen te werken met andere operators (task sharing) en die nodig is voor de afstemming tussen de overige vaardigheden waaruit het systeem is opgebouwd (time sharing). Het laatste betekent dat het vermogen tot samenwerking d.m.v. input- en output-relaties gekoppeld is aan elk van de overige vaardigheden.

De vaardigheid tot samenwerking is gerelateerd aan de meeste vaardigheden die in de literatuur gerangschikt worden onder het hoofdjé cognitieve vaardigheden en functies.

De vaardigheid samenwerking kan opgesplitst worden in de subvaardigheden communicatie en taak-management. Communicatie is de vaardigheid die informatie-uitwisseling mogelijk maakt. Taak-management is de vaardigheid die het mogelijk maakt informatie op te slaan, te verwerken, en beslissingen te nemen t.a.v. de taak-voortgang. De vaardigheden communicatie en taak-management kunnen op hun beurt weer verder opgesplitst worden.

Bij de opsplitsing van communicatie kan gebruik gemaakt worden van onderscheidingen m.b.t. de informatie-inhoud en m.b.t. het informatiekanaal (de oorsprong, de bestemming en de modaliteit/codering van de informatie).

Bij de opsplitsing van taak-management kan onderscheid gemaakt worden tussen de opslag, de verwerking (analyse/synthese), en de waardering van informatie.

#### 4.1.2.1.2 Lijsbehoud

De vaardigheid lijsbehoud biedt de mogelijkheid de integriteit/functionaliiteit van de operator te handhaven tegenover "dreigingen", d.w.z. factoren die deze integriteit bedreigen. Evenals in het kader van missie-analyse moet het begrip "dreigingen" hierbij ruim worden opgevat. Aangezien in principe de integriteit van elke vaardigheid bedreigd kan worden, heeft lijsbehoud relaties met elk van de overige vaardigheden.

Vaardigheden die verband houden met lijsbehoud worden in de literatuur gerekend tot de categorie stofwisselingsfuncties (spijsvertering, warmtehuishouding, ademhaling, circulatie, afweer tegen ziekten). Daarnaast bestaat er een verband met de categorie vaardigheden in het omgaan met stress.

De vaardigheid lijsbehoud kan verder opgesplitst worden in subvaardigheden die betrekking hebben op interne, d.w.z. operator-intrinsieke dreigingen/maatregelen (honger, ziekte) en vaardigheden die betrekking hebben op externe dreigingen (NBC-besmetting). Interne dreigingen komen voort uit de operator zelf, externe dreigingen worden veroorzaakt door invloeden van buiten de operator. De eerste categorie kan verder opgesplitst worden naar het type vaardigheid dat bedreigd wordt.

#### 4.1.2.1.3 Verplaatsing

De vaardigheid verplaatsing biedt de operator de mogelijkheid zich te verplaatsen in de systeemomgeving. Dit is een relatief meer specifieke en minder complexe vaardigheid dan de eerder besproken vaardigheden samenwerking en lijfsbehoud.

Vaardigheden die verband houden met verplaatsing worden in de literatuur gerekend tot de categorie van de visueel-vestibulaire en (grof-)motorische vaardigheden.

De belangrijkste subvaardigheden die m.b.t. verplaatsing onderscheiden kunnen worden zijn analoog aan de subfuncties die m.b.t. mobiliteit onderscheiden kunnen worden; te weten (ruimtelijke) oriëntatie, (spier)kracht en integratie (van bewegingen).

#### 4.1.2.1.4 Waarneming

De vaardigheid waarneming biedt de mogelijkheid binnen de taakomgeving bepaalde taakrelevante informatie op te sporen c.q. te onderkennen. Deze vaardigheid heeft overwegend output-relaties heeft met alle andere vaardigheden; primair met manipulatie maar met name ook met samenwerking en lijfsbehoud.

Vaardigheden die verband houden met de vaardigheid waarneming worden in de literatuur gerekend tot de categorie van perceptuele vaardigheden.

Waarneming kan worden opgesplitst in de subvaardigheden attentie en interpretatie. De subvaardigheid attentie biedt de mogelijkheid signalen (potentieel relevante informatie) in de omgeving te detecteren. Binnen deze vaardigheid kan verder nog onderscheid gemaakt worden naar het type sensoren/modaliteiten. De subvaardigheid interpretatie biedt de mogelijkheid gedetecteerde signalen te identificeren als (waarschijnlijk) wel of niet taakrelevante informatie en, zo ja, om de betekenis van de informatie vast te stellen.

Waarneming kan nog verder worden opgesplitst in termen van de modaliteit en de middelen tot informatie-presentatie die bij de waarneming betrokken (kunnen) zijn.

#### 4.1.2.1.5 Manipulatie

De vaardigheid manipulatie biedt de mogelijkheid in te grijpen in de taakomgeving. Deze vaardigheid heeft met name een belangrijke (input-)relatie met de vaardigheid waarneming. Daarnaast heeft het ook belangrijke inputrelaties met andere vaardigheden; met name met samenwerking en lijfsbehoud.

Vaardigheden die verband houden met de vaardigheid manipulatie worden in de literatuur onder het hoofdje (fijn-)motorische vaardigheden gerekend. Wanneer sprake is van een nauwe koppeling tussen waarneming en manipulatie wordt ook wel gesproken over perceptueel-motorische of psychomotorische vaardigheden. Dit betreft vnl. vaardigheden met een tijdskritische component.

De vaardigheid manipulatie kan verder worden opgesplitst in termen van de ledematen of bedieningsmiddelen die bij de manipulatie betrokken (kunnen) zijn.

#### 4.1.2.2 Beschrijving operatoromgeving

De omgeving van de operator is voor een belangrijk deel al in het kader van missie-analyse beschreven. De beschrijving van de operatoromgeving is a.h.w. ingebed in de beschrijving van de systeemomgeving en beperkt zich dan ook hoofdzakelijk tot die aspecten die nog niet zijn beschreven. Dit zijn hoofdzakelijk andere niet-menselijke systeem-aspecten die voor de uitvoering van taken relevant zijn. Ook hier kan weer een onderscheid gemaakt worden in entiteiten en grootheden.

Welke entiteiten en grootheden relevant zijn hangt in eerste instantie af van de functionaliteit van de operator; deze bepaalt immers de mogelijkheden tot wederzijdse beïnvloeding. Daarnaast is ook het doel dat wordt nagestreefd van belang om te bepalen wat wel en wat niet relevant is. Het doel is per definitie voor elke taak verschillend. In eerste instantie zal dan ook bij de beschrijving van de omgeving uitgegaan worden van de taakdoelen en de functionaliteit van de operator. Dit betekent dat naar de omgeving gekeken wordt vanuit het "oogpunt" van de operator: welke omgevingsaspecten kunnen van invloed zijn op de operator en/of kunnen door de operator beïnvloed worden?

##### 4.1.2.2.1 Fysische grootheden

Fysische grootheden kunnen worden onderscheiden in ruimtelijke en mediale grootheden. Het medium waarbinnen operators van mobiele wapensystemen opereren beperkt zich meestal tot de open lucht of tot het binnenklimaat van het systeem (zeker onder operationele omstandigheden). Het binnenklimaat kan o.a. getypeerd worden in termen van geluid, trilling, verlichting, temperatuur, vochtigheidsgraad, et cetera.

Ruimtelijke grootheden beschrijven de ruimtelijke dimensies van de media waarbinnen de operator en de omringende entiteiten opereren c.q. gelokaliseerd zijn. Deze beschrijving beperkt zich tot de invloedssfeer van de operator. De positie van de operator kan hierbij als referentie/oorsprong van de operator-sfeer gebruikt en de positie van entiteiten kan worden uitgedrukt t.o.v. deze oorsprong. Vanwege de betrekkelijke onveranderlijkheid van de taakomgeving (= interne systeemomgeving), is een andere, meer voor de hand liggende, mogelijkheid de systeemtopologie als uitgangspunt te nemen.

Voor een relevante en systematische beschrijving is het ook hier weer het beste uit te gaan van de operatorbeschrijving, d.w.z. het identificeren/classificeren van omgevingsaspecten in termen van de operator.

##### 4.1.2.2.2 Entiteiten

Ook m.b.t. de operatoromgeving kunnen entiteiten worden onderscheiden in agenten en omgevingsobjecten. Een voor een operator belangrijke categorie agenten zijn de overige operators waarmee de operator relaties onderhoudt. Omgevingsobjecten zijn entiteiten die

niet met de rest van de omgeving interacteren (althans niet op een voor het systeem relevante manier). Naast omgevingsobjecten die bij de beschrijving van de systeemomgeving worden onderscheiden, worden ook niet-menselijke systeem-componenten tot de operator-omgeving gerekend. Het gaat daarbij overwegend om die componenten (schermen, bedieningsmiddelen) via welke de operator met het systeem interacteert; d.w.z. componenten die deel uitmaken van het Operator-Systeem Interface (OSI).

#### 4.1.2.2.3 Relaties tussen operator en omgeving

De beschrijving van de relaties tussen operator en omgeving beschrijft de externe functionaliteit van de operator. Deze wordt beschreven in termen van mogelijkheden. Deze kunnen worden gecategoriseerd in termen van vaardigheden. De combinatie operator-operatoromgeving bepaald feitelijk het scala aan gedragsmogelijkheden dat beschikbaar is om het taakdoel te verwezenlijken.

Een deel van de externe functionaliteit van een operator is gelijk aan de functionaliteit van het systeem (voor zover de systeemfuncties volledig door vaardigheden zijn afgedekt). Voor een ander deel ligt de externe functionaliteit van de operator in het verlengde/ingebod in de externe functionaliteit van het systeem.

#### 4.1.3 Procesbeschrijving

De procesbeschrijving is gebaseerd op de taakdoel- en taakdomeinbeschrijving. Taakdoelen zijn gedefinieerd binnen de context van actie- en missiedoelen. Dit betekent dat ook de operator-acties zich voltrekken binnen acties op systeem-niveau. Operator-acties worden handelingen genoemd. Afgezien van het verschil in actor is de definitie van handelingen gelijk aan die van acties.

Analoog aan de beschrijving van een missie-uitvoering wordt de uitvoering van een taak beschreven in termen van een samenhangende reeks van handelingen. Zo'n reeks wordt procedure genoemd (ter onderscheiding van missie-scenario). Per taakdoel kunnen meestal verschillende procedures worden onderscheiden. Uitgangspunt hierbij is om niet uitputtend alle mogelijkheden te beschrijven maar de beschrijving te beperken tot de meest representatieve c.q. waarschijnlijke alternatieven. Deze worden gespecificeerd in de vorm van een taakplan (analoog aan missie-plan). In de praktijk zullen de beslissingen die leiden tot verschillende uitvoeringsvarianten genomen worden op basis van baten/kosten overwegingen. Centraal aan de baten-zijde staat de vraag in hoeverre aan de opdracht, d.w.z. het doel van de taak, kan worden voldaan. Aan de kostenzijde staat het verlies aan vermogen tot verder handelen centraal.

Evenals in het geval van acties wordt m.b.t. handelingen ook hier een onderscheid gemaakt in handelingen die opeenvolgend en volgens een van tevoren opgezet taak-plan plaatsvinden en handelingen die plaats vinden in respons op (een) bepaalde gebeurtenis(sen); handelingen die onder deze laatste categorie vallen worden responsen genoemd. Responsen worden ook weer beschreven in termen van zgn. **als** [voorwaarde] **dan** [actie] (gedrags)regels.

Koppelingen tussen handelingen en responsen kunnen eveneens worden weergegeven in een handeling-responstabel.

## 4.2 Procedure taakanalyse

De procedure die gebruikt wordt voor taakanalyse bouwt voort op de procedure die voor missie-analyse wordt gebruikt: taakanalyse begint waar missie-analyse ophoudt (voor een verdere beschrijving van de overeenkomsten tussen missie- en taakanalyse zie hoofdstuk 5). Het voornaamste verschil is dat de analyse zich concentreert op een deelaspect van het systeem, te weten de menselijke component (de operator). Het resultaat van de toepassing van de methode voor taakanalyse op een operator is, zoals gezegd, het taakrepertoire.

### 4.2.1 Informatiebronnen en methoden van gegevensverzameling

Veel van wat bij missie-analyse is gezegd over de context en de aanpak van missie-analyse is onverkort van toepassing op taak-analyse, al zullen het type informatiebronnen en de methoden van gegevensverzameling verschillen.

### 4.2.2 Procedure-stappen taakanalyse

De stappen die bij een taakanalyse gevolgd worden zijn vergelijkbaar met die van missie-analyse (1) operator-identificatie, (2) doeleninventarisatie, (3) definitie operator-specifieke taakmodellen en (4) toepassing van het taakmodel op het taakrepertoire (zie Fig. 8). Ook bij het doorlopen van deze stappen zal veelvuldig sprake zijn van iteratie waarbij de voornaamste iteraties plaats zullen vinden tussen stappen 1 en 2 en tussen stappen 3 en 4.

Met betrekking tot de stappen die doorlopen worden kan ook t.a.v. taakanalyse een onderscheid gemaakt worden tussen bestaande en te ontwikkelen systemen. Het verschil is ook hier vnl. een verschil in volgorde; niet in stappen. Bij een bestaand systeem wordt eerst begonnen met de operator-identificatie gevolgd door doeleninventarisatie ["van binnen naar buiten" {operators > doelen > taken (operator > omgeving > proces)}]; bij een te ontwikkelen systeem wordt eerst begonnen met de doeleninventarisatie ["van buiten naar binnen" {doelen > operators > taken (omgeving > operator > proces)}].

Zoals bij elke gedragsanalyse is ook hier weer een belangrijke vraag wanneer de analyse als beëindigd kan worden beschouwd. Op deze vraag zal in hoofdstuk 5 nader worden ingegaan.

#### 4.2.2.1 Operator-identificatie

Operator-identificatie richt zich op de vraag welke operators dienen te worden onderscheiden binnen een doelsysteem. Met betrekking tot operators is het afbakeningsprobleem meestal minder problematisch omdat mensen eenvoudig te onderscheiden zijn van andere systeem-componenten (althans voor zover het bestaande systemen betreft; voor te ontwikkelen systemen bestaat er het probleem van de allocatie van systeemfuncties aan mens of machine).

Bij deze stap gaat het vnl. om het in kaart brengen van het organisatorisch verband tussen operators. Bij het analyseren van de relaties tussen operators is ook weer het onderscheid tussen bovengeschild, ondergeschild en nevenschild van toepassing; de meeste (militaire) operators werken immers in een hiërarchisch verband van andere operators. Zo kan een operator deel uitmaken van meerdere bovengeschildte operators. Een bovengeschildte operator is een eerstvolgende hiërarchisch hoger geordende operator waar de doeloperator deel van uit maakt. Een nevenschildte operator of co-operator, is een operator op hetzelfde niveau als de doeloperator. Dit kan hetzelfde type operator zijn maar het kan ook een andersoortige operator zijn. Een ondergeschildte operator is een operator op een lager hiërarchisch niveau. Een doeloperator kan relaties hebben met meerdere ondergeschildte operators.

Uitgangspunt bij de identificatie van operators zijn de systeem-organogrammen zoals die bij de missie-analyse zijn geïdentificeerd. Per systeem in de systeem-organogrammen wordt begonnen met de identificatie van de (systeem)operator. Dit resulteert in een of meerdere systeemoperator-organogrammen. Vervolgens wordt de operator van het doelsysteem, de doeloperator, nader geanalyseerd.

Zoals eerder besproken kan, in geval van operators, de term "operator" verwijzen naar een individuele functionaris of naar een verband van functionarissen (team of bemanning). In het laatste geval kan de doeloperator opgesplitst worden in meerdere (sub)operators. Als zo'n suboperator ook weer bestaat uit meerdere functionarissen kan deze op zijn beurt weer verder opgesplitst worden. De doeloperator kan dus zijn opgebouwd uit een complex (hiërarchisch gelaagd) netwerk van relaties tussen (clusters van) individuele functionarissen. Dit netwerk wordt weergegeven in de vorm van een doeloperator-organogram. In zo'n geval wordt gesproken van een samengestelde operator. Evenals bij een samengesteld systeem is bij een samengestelde operator de functionaliteit voor een (groot) deel gedistribueerd over de samenstellende delen van het netwerk. Indien de bemanning van een systeem bestaat uit meer dan een functionaris betekent een volledige analyse van de menselijke component van een systeem dat er meerdere doeloperators onderscheiden dienen te worden en er dus meerdere analyses uitgevoerd moeten worden.

Het resultaat van deze eerste stap is een systeemoperator- en een doeloperator-organogram. Het uitgangspunt bij de verdere analyse is steeds het doeloperator-organogram. Het systeemoperator-organogram wordt slechts gebruikt en/of verder uitgewerkt wanneer dit bij de analyse van de doeloperator noodzakelijk is.

#### 4.2.2.2 Doeleninventarisatie

Leidraad bij het inventariseren van de taakdoelen zijn de procesbeschrijvingen van de missies die voorkomen in het missie-repertoire van het doelsysteem. In eerste instantie kan hierbij worden uitgegaan van de systeem-specifieke missie modellen. Deze bevatten immers lijsten (checklists; zie hoofdstuk 3) van alle (re)acties die gebruikt zijn bij het opstellen van de missie-beschrijvingen.

Het doeloperator-organogram kan samen met de lijsten van (re)acties gebruikt worden voor het opzetten van een (sub)operator  $\otimes$  (re)actie combinatie-matrices. Deze combinatie-matrix



kan vervolgens worden gebruikt om taakdoelen te inventariseren; inclusief eventuele afhankelijkheden. Aangezien mensen gewend zijn te denken en te communiceren in termen van verhalen/scenario's (Schank & Abelson, 1977; Carroll, 1995) ligt het voor de hand om per cel taakdoelen te inventariseren aan de hand van alternatieve actie-scenario's (b.v. aan de hand van zgn. talk throughs of walk throughs).

Aangezien er tussen taken en acties overwegend sprake zal zijn van meer-op-één relaties, zal de verzameling taakdoelen die onderscheiden kan worden doorgaans veel uitgebreider (en veel heterogener van samenstelling) zijn dan de verzameling actie- en missie-doelen.

Voor elke operator die voorkomt in de operator-organogrammen kunnen een of meerdere doelen worden vastgesteld. Voor zover een operator interacteert met andere operators zullen doel-beschrijvingen, en daarmee dus ook taken, zijn gerelateerd aan doel-beschrijvingen van andere operators op andere, bovengeslikte en ondergeslikte, aggregatieniveaus. Per operator-organogram zijn een aantal verschillende doelenhiërarchieën mogelijk. Bij het opstellen van doelenhiërarchieën zal meestal in eerste instantie een top-down procedure gevolgd worden waarbij de doelen op het lagere niveau a.h.w. hiërarchisch zijn ingebed binnen de hogergeordende doelen.

Het feit dat elk doel deel uitmaakt van een aparte taakbeschrijving betekent dat hetgeen gezegd is over de hiërarchische nesting van doelen *mutatis mutandis* ook geldt voor de hiërarchische relaties tussen de overige componenten van een taakbeschrijving. Dat wil zeggen dat ook de domein- en procesbeschrijvingen op de verschillende niveaus genest kunnen zijn. Bij de overgang van een niveau naar een ander niveau zal dan ook vaak sprake zijn van aggregatie/desaggregatie van beschrijvings-elementen.

Tussen de doelen op eenzelfde aggregatieniveau, bijvoorbeeld die van een operator en die van een co-operator, kunnen uiteraard ook afhankelijkheden bestaan. Deze kunnen overwegend getypeerd worden als volgorde c.q. faseringsrelaties.

Het resultaat van de doeleninventarisatie is een verzameling van doelbeschrijvingen die georganiseerd zijn in de vorm van een of meerdere hiërarchieën per operator-organogram. Deze verzameling van doelbeschrijvingen is te beschouwen als een beschrijving van de strategische gedragsaspecten. De tactische aspecten worden beschreven in de procesbeschrijvingen van de onderscheiden taken.

#### 4.2.2.3 Definitie operator-specifieke taakmodellen

De specificatie van een initieel algemeen taakmodel per operator is de volgende stap in de analyse. Het resultaat is een of meerdere operator-specifieke taakmodellen die bij de beschrijving van de afzonderlijke taken (de laatste analyse-stap) gebruikt kunnen worden als uitgangspunt en geleidelijk aan ook als controlemiddel.

Met de doeleninventarisatie is al een deel van de taakbeschrijvingen gespecificeerd, te weten de doelbeschrijving. Per doelbeschrijving dienen nu nog de bijbehorende domein- en procesbeschrijving te worden opgesteld. Uitgangspunt hierbij is dat hetzelfde taak-model van



toepassing is op alle taken, d.w.z. dat alle taken, qua vorm, op dezelfde manier beschreven kunnen worden in termen van beschrijvingselementen als vaardigheden, entiteiten, grootheden, handelingen, et cetera. In hoeverre dit uitgangspunt houdbaar is, zal de analyse-praktijk moeten leren. Inhoudelijk gezien zullen de taakbeschrijvingen uiteraard wel verschillen.

Bij de toepassing van het taak-model wordt, zoals gezegd, eerst, per onderscheiden operator, het model voor zover mogelijk nader (inhoudelijk) ingevuld. Het resultaat is een verzameling operator-specifieke taak-modellen die inhoudelijk van elkaar verschillen maar volgens het zelfde model/format beschreven zijn. Elk operator-specifieke taak-model bevat a.h.w. de bouwstenen waaruit, per operator, de taak-beschrijvingen zijn opgebouwd. Dit model vormt het uitgangspunt bij het beschrijven van de afzonderlijke missies. Uiteraard is het van belang het aantal bouwstenen zo beperkt mogelijk te houden.

Evenals bij de uitwerking van het systeem-specifieke missie-modellen, is ook hier weer van belang dat bij de uitwerking van de operator-specifieke taakmodellen de compatibiliteit tussen de verschillende niveaus bewaakt wordt; bijvoorbeeld door een top-down werkwijze en regelmatige controles.

In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de procedures die gevolgd dienen te worden bij de opzet van de operator-specifieke taak-modellen die bij de verdere taak-analyse toegepast worden.

#### 4.2.2.3.1 Domeinbeschrijving

##### Operatorbeschrijving

Bij de opzet van een operator-model worden eerst de onderscheiden vaardigheden gedefinieerd; inclusief parameters en hun bereik. Vervolgens worden de (interne) relaties tussen de vaardigheden in kaart gebracht. Deze relaties kunnen onderscheiden worden in verticale (hiërarchisch genest) en horizontale relaties. Bij het in kaart brengen van deze relaties kan weer gebruik worden gemaakt van vaardigheden  $\otimes$  vaardigheden matrices.

##### Beschrijving taakomgeving

Ook bij de opzet van het omgevingsmodel worden eerst de grootheden en entiteiten gedefinieerd. Dit gebeurt in termen van het operator-model. Vervolgens worden de relaties tussen grootheden en entiteiten in kaart gebracht. Hiervoor kan weer gebruik gemaakt worden van een of meerdere combinatiematrices (afhankelijk van het aantal items). Tenslotte wordt de externe functionaliteit van de operator beschreven in termen de mogelijke relaties tussen het operatormodel en het omgevingsmodel.

#### 4.2.2.3.2 Procesbeschrijving

Zoals eerder beschreven bestaat een procesbeschrijving uit een taakplan en respons-lijsten. Een taakplan is specifiek voor een bepaalde taak en het is dan ook niet mogelijk bij de

vaststelling van het initiële taak-model hier een eerste opzet te geven anders dan de opzet die hiervoor al is gegeven. Wel is het mogelijk een eerste inventarisatie te maken van mogelijke handelingen en responsen waaruit de plannen en de lijsten kunnen worden samengesteld. Bij de definitie van handelingen en responsen dient er voortdurend op gelet te worden dat deze in termen van de binnen de domeinbeschrijving onderscheiden begrippen beschreven worden.

Bij het opstellen van het taakplan zal, uitgaande van het standaardmodel, eerst de meest typische/waarschijnlijke reeks van handelingen worden beschreven. Daarna kunnen hieraan alternatieve reeksen toegevoegd worden. Eventueel kan hierbij ook weer gebruik gemaakt worden van een combinatie-matrix waarbij de handelingen tegen elkaar zijn uitgezet en de cellen de overgangen c.q. beslisregels tussen combinaties van handelingen weergeven.

Dezelfde methode kan gehanteerd worden bij het samenstellen van respons-lijsten. Ook hier zal, gegeven een bepaalde handeling, begonnen worden met de meest typische/waarschijnlijke responsen en ook hier kan gebruik gemaakt worden van een combinatie-matrix (handelingen  $\otimes$  responsen matrix).

#### 4.2.2.4 Toepassing taakmodel op taakrepertoire

Nadat in de vorige stap per operator het taak-model is bepaald kan het worden toegepast op de verschillende doelen die per operator onderscheiden worden. Hierbij zijn weer verschillende strategieën mogelijk. Welke strategie gekozen wordt zal in de praktijk mede afhangen van het doel van de analyse, de beschikbare informatie en de kosten van het vergaren van aanvullende informatie.

Het vertrekpunt bij deze stap zijn de doelbeschrijvingen. Het ligt voor de hand te beginnen met een globale beschrijving van alle onderscheiden taken. In principe zijn er evenveel taken als er doelen zijn. Het aantal doelen kan zeer groot zijn en zal in ieder gevel een veelvoud zijn van het aantal acties/missies. Daarom kan het goed zijn ook op dit punt in het licht van de doelstelling van de taak-analyse de breedte en diepte van de analyse nog eens te (her)overwegen.

Het ligt in de rede, gezien de afhankelijkheden tussen de taakbeschrijvingen, de beschrijvingen per doelenhiërarchie uit te werken te beginnen met de taken van de betreffende bovengeschatte operator. Gezien de verschillen en relaties tussen de beschrijvings-componenten van het taak-model is dat het meest efficiënt om eerst alle operator-beschrijvingen, vervolgens alle omgevingsbeschrijvingen en tenslotte alle procesbeschrijvingen op te stellen.

Ook t.a.v. taak-analyse is een belangrijke vraag wanneer een taak-analyse "af" is en er begonnen kan worden met de doelgroep-analyse, de volgende stap binnen het analyse-proces. Deze vraag zal in de volgende paragraaf aan de orde komen.

#### 4.2.3 Missie- en taakanalyse

De methoden van missie- en taak-analyse zoals die in dit rapport beschreven zijn, zijn zowel conceptueel (zie onderstaande tabel) als methodisch (vergelijk de stappenbeschrijvingen in de voorgaande hoofdstukken) vergelijkbaar.

missie-analyse	taakanalyse
missie(-repertoire)	taak(-repertoire)
systeem	operator
systeemfunctie	operatorfunctie (vaardigheid)
entiteit	entiteit
grootheid	grootheid
missie-plan	taakplan
missie-scenario	taak-procedure
actie	handeling
reactie	respons

Door deze uniforme en methodische manier van werken en de relationele structuur van het gegevensbestand dat bij de analyses gegenereerd wordt, blijft het analyseproces traceerbaar. Hierdoor blijft controle op het analyseproces mogelijk en kan teruggekomen worden op vorige stappen en kan geanticipeerd worden op vervolgstappen.

Een met name in de literatuur veel voorkomende vraag is hoe beslist kan worden wanneer een analyse beëindigd moet/kan worden c.q. wanneer men van de ene naar de volgende analysefase kan overgaan. In voorgaande hoofdstukken is deze vraag ook opgeworpen. Het standpunt dat hierover ingenomen wordt is dat dit een meer theoretisch dan praktisch probleem is omdat bij de probleemstelling voorbij gegaan wordt aan de doelstelling en de context en aan het iteratieve karakter van elke analyse. In zijn algemeenheid is voor het afsluiten van een analyse geen eenduidig criterium te geven. Dit geldt niet alleen voor missie- en taakanalyse maar ook voor andere analyses.

Bij het uitvoeren van een missie en taakanalyse zal men zich doorgaans, uit kostenoverwegingen, in eerste instantie baseren op "papieren" bronnen en/of op de opinies van materiedeskundigen. Het resultaat van een dergelijke missie en taakanalyse is een samenhangende normatieve beschrijving van het gedrag van een doelsysteem en van het gedrag van de operator(s) die deel uitmaken van het doelsysteem. Deze gedragsbeschrijvingen zijn overwegend kwalitatief. Door verdere analyse en/of onderzoek kunnen de beschrijvingen in een meer kwantitatieve vorm gegoten worden. De kosten van het verwerven van dergelijke informatie zullen echter veel hoger zijn. Toch is een dergelijke investering soms noodzakelijk. Enerzijds om de resultaten te toetsen aan de praktijk anders dan alleen aan papieren bronnen en de opinies van materiedeskundigen; deze oordelen

kunnen immers bevooroordeeld c.q. vertekend zijn. Anderzijds omdat dit de evaluatie van opleidingsresultaten vergemakkelijken en verbeteren kan. De beschikbaarheid van een systematische kwalitatieve beschrijving die een missie en taakanalyse leveren, biedt de mogelijkheid gefundeerde keuzen te maken bij het bepalen welke delen van de beschrijving voor een meer kwantitatieve uitwerking in aanmerking moeten of kunnen komen.

Zoals al eerder opgemerkt, is taak-analyse, evenals missie-analyse, een iteratief proces waarbij, met name in de beginfase, het taak-repertoire en taak-model aangepast zullen moeten worden. Hierbij is het uiteraard van groot belang dat na iedere analyse-slag gecontroleerd wordt of de taak-modellen en taak-beschrijvingen vereenvoudigd kunnen worden en of ze nog compatibel/consistent zijn.

## 5 DOELGROEP- EN TRAININGSANALYSE

Zoals in hoofdstuk 2 is uiteengezet, vormen missie- en taakanalyse de eerste 2 stappen in het volledige analyse-traject (zie Fig. 1). Vergeleken met de vervolgstappen zijn missie- en taakanalyse meer algemene technieken die ook voor andere doeleinden gebruikt kunnen worden; bijvoorbeeld in het voortraject bij systeemontwikkeling of, in het militaire domein, voor doctrine ontwikkeling. De vervolgstappen in het analyse-traject, te weten doelgroep- en trainingsanalyse, zijn meer specifiek geënt op opleidingsontwikkeling. In de volgende paragrafen worden deze vervolgstappen kort toegelicht.

### 5.1 Doelgroepanalyse

Het doel van een doelgroepanalyse is te inventariseren welke doelgroepen voor de vervulling van de onderscheiden operators in aanmerking komen en, gegeven deze doelgroepen, te bepalen welke vaardigheden binnen deze doelgroepen beschikbaar zijn. Het gaat er bij doelgroepanalyse dus om te bepalen wie er opgeleid moeten worden.

De criteria aan de hand waarvan doelgroepen geïdentificeerd en getypeerd worden zijn onder te verdelen in vaardigheidscriteria en organisatorische criteria (logistiek en budgettair).

De organisatorische criteria bepalen de randvoorwaarden binnen welke de doelgroep(en) moet vallen. Deze worden onder meer bepaald op basis van kostenafwegingen tussen de hoeveelheid training en de kwaliteit van de instroom: een lage kwalitatieve instroom betekent meer trainingskosten maar ook een lagere inschaling; een hoge kwalitatieve instroom betekent minder trainingskosten maar een hogere inschaling.

Doorgaans heeft men wel een globaal ideeën welke categorieën voor functievervulling in aanmerking komen. Deze kunnen nader gepreciseerd worden door het opstellen van wervingscriteria; bijvoorbeeld in de vorm van vooropleidingseisen.

De vaardigheidscriteria volgen uit de resultaten van de taakanalyse; in eerste instantie met name uit de vaardigheidsbeschrijvingen van de operator-specifieke taakmodellen. Op grond

van deze beschrijvingen kan per operator, d.w.z. per doelgroep, een vaardigheidsprofiel (histogram) opgesteld worden. In een vaardigheidsprofiel wordt, per vaardigheid, het geschatte ingangsniveau van een doelgroep in percentages grafisch uitgezet tegen het vereiste vaardigheidsniveau. Dergelijke schattingen kunnen subjectief, d.w.z. op basis van expert-oordelen, of op basis van empirische (test)gegevens gemaakt worden.

Bij het opstellen van vaardigheidsprofielen moet niet alleen gekeken worden naar het gemiddelde maar ook naar de spreiding, bijvoorbeeld door te onderscheiden in worst case/modal case en best case. In principe moet ook degene met het laagste ingangsniveau immers het eindniveau kunnen halen. Bovendien zullen de schattingen een meer of minder ruime onzekerheidsmarge hebben.

Daarnaast is het ook vaak noodzakelijk vaardigheden te wegen naar belangrijkheid. Voor het belang van een vaardigheid(seis) kunnen verschillende criteria gehanteerd worden. Afhankelijk van het soort criterium kan weging van vaardigheden gebeuren op basis van de taakanalyse resultaten en/of op basis van expert-oordelen. In beide gevallen kunnen hierbij verschillende methoden gebruikt worden.

De vaardigheidsprofielen vormen het belangrijkste resultaat van de doelgroepanalyse. Daarnaast kunnen in het kader van een doelgroepanalyse ook persoonlijkheidsprofielen opgesteld worden.

## 5.2 Trainingsanalyse

De centrale vraag bij trainingsanalyse is *wat* er getraind moet worden. Het *hoe* komt bij de (ontwerp)fase aan bod.

*Wat* er getraind moet worden volgt uit de discrepanties tussen de benodigde en de beschikbare vaardigheden. De benodigde vaardigheden volgen uit de taakanalyse. De beschikbare vaardigheden zijn in de doelgroepanalyse geïnventariseerd. Bij de vergelijking van benodigd en beschikbaar is niet alleen het operationele belang maar zijn ook de leermoeilijkheid en de relaties tussen vaardigheden belangrijke criteria. Beide aspecten worden betrokken bij het vormgeven van de leertrajecten die de ingangsniveaus van de doelgroepen verbinden met de eindniveaus. Leertrajecten zijn opgebouwd uit een reeks van opeenvolgende (tussenliggende) leerdoelen. Gegeven een doelgroep en bepaalde eindleerdoelen zijn er meestal verschillende leertrajecten mogelijk. Samen vormen deze het leerplan. Het leerplan specificeert alternatieve leerroutes die mogelijk zijn.

Leerdoelen zijn meer dan alleen "omgeklapte" taken of abstracte specificaties van de vaardigheden die een gegeven doelgroep dient te verwerven. Leerdoelen zijn beschrijvingen van vaardigheidstesten. Leerdoelen vormen a.h.w. een operationalisatie van de wijze waarop de aanwezigheid van vaardigheden kan worden vastgesteld. Een criterium voor de adequaatheid van leerdoelen is dat opleiders en leerlingen aan de hand van een leerdoelbeschrijving eenduidig kunnen vaststellen wat gedaan moet worden om de aangeleerde vaardigheden respectievelijk te toetsen c.q. te demonstreren. Het is dan ook juist

te spreken over leerdoelen die “gehaald” moeten worden. Tussenliggende of voorwaardelijke leerdoelen kunnen beschouwd worden als voortgangstests en eindleerdoelen als eindtests. Het aantal voorwaardelijke leerdoelen (en daarmee de “stapgrootte”) dat binnen een leerplan onderscheiden wordt zal afhangen van de complexiteit van de aan te leren vaardigheden en het leerpotentieel van de doelgroep.

Het leerplan, c.q. de leerplannen in geval van meerdere doelgroepen, vormt het belangrijkste resultaat van de trainingsanalyse.

### 5.3 Ontwerptraject

Het ontwerp-traject volgt op het analysetraject en bestaat op zijn beurt ook weer uit een aantal kleinere ontwerpstappen. Ging het bij het analyse-traject om de vraag *waarvoor* en *wie* er opgeleid moet worden, bij het ontwerp-traject gaat het om de vraag *hoe* er opgeleid moet worden. De belangrijkste input voor het ontwerptraject is het leerplan. Op basis van het leerplan worden volgens opleidingskundige inzichten de trainings- en instructiestrategieën ontworpen die samen het trainingsprogramma vormen. Een trainingsprogramma bestaat uit een samenhangende verzameling trainingsscenario's of lessen die volgens bepaalde procedures doorlopen kunnen worden. In een trainingsprogramma kunnen meerdere leerplannen verwezenlijkt en (in geval van overlap in leerdoelen) gecombineerd worden; bijvoorbeeld t.b.v. teamtraining.

Het trainingsprogramma vormt het vertrekpunt voor de twee overige trajecten binnen StepWise, te weten de leermiddelenspecificatie en de specificatie van administratieve faciliteiten. Bij leermiddelenspecificatie staat de fysieke implementatie van het trainingsprogramma centraal. Bij de specificatie van de administratieve faciliteiten gaat het om de functionaliteit en de vormgeving van de middelen die o.a. van belang zijn voor de evaluatie en de terugkoppeling van opleidingsresultaten.

## 6 DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN

Missie- en taakanalyse vormen de primaire stappen bij opleidingsontwikkeling. Daarnaast kunnen deze methoden ook voor andere doeleinden binnen de KL van belang zijn.

Hoewel de beschreven methoden ontwikkeld zijn in het kader van de analyse van het domein van mobiele wapensystemen; meer in het bijzonder die van het tankpeloton, vormt dit o.i. geen wezenlijke beperking. De hier beschreven principes worden ook breder toepasbaar geacht. In hoeverre dit standpunt houdbaar is zal de analyse-praktijk echter moeten uitwijzen.

De vraag is of, en zo ja, hoe, de hier beschreven methoden van missie- en taakanalyse in de landmachtorganisatie ingevoerd kunnen worden. Het antwoord op deze vraag zal voort moeten komen uit een discussie binnen de organisatie zelf.

De beschrijving van missie- en taakanalyse is in dit rapport beperkt gebleven tot een beschrijving van methodische principes en bevat als zodanig geen gedetailleerde praktische richtlijnen die als handleiding in de praktijk gebruikt kunnen worden. Dit was ook niet de doelstelling van het onderzoek. Bovendien vereist dit meer informatie over degenen die geacht worden de methoden te gaan toepassen en over de gebruikers van de resultaten. Dergelijke informatie kan pas beschikbaar komen als de hierboven genoemde discussie is gevoerd. Voor wat betreft de toepassing zou een optie kunnen zijn een onderscheid te maken tussen analisten (op officiersniveau) die zich primair richten op de stappen 1-3 en analisten (op onderofficiersniveau) die zich primair richten op stap 4 van de methoden (onder supervisie van de eerste categorie).

De hier gegeven beschrijving kan in ieder geval gebruikt worden als uitgangspunt bij een eventuele verdere implementatie. Hierbij moet worden aangetekend dat missie- en taakanalyse geen eenvoudige methoden zijn. Deels omdat ze, zeker in de beginfasen, bij de opzet van de gegevensstructuur, een behoorlijke abstractie vergen. Deels omdat het gegevensbestand behoorlijk uitgebreid en complex kan worden. Naast een goede handleiding lijkt ons software-ondersteuning onontbeerlijk. Hierbij is de vraag wat in de handleiding moet en wat software-matig ondersteund kan/moet worden. Naast inhoudelijke overwegingen zullen hierbij ook de gebruikerseisen een belangrijke rol spelen. Aan de hand van de ontwikkeling van een software prototype en gebruikerstests zou deze vraag beantwoord kunnen worden.

## REFERENTIES

- Albus, J.S. (1991). Outline for a theory of intelligence. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 21(3), 473-509.
- Berlo, M.P.W. van (1996). *Instructional Systems Development for Simulator-based Training Systems: a Review of the Literature* (Report TM-96-C006). Soesterberg, The Netherlands: TNO Human Factors Research Institute.
- Boff, K.R. & Lincoln, J.E. (1988). *Engineering Data Compendium. Human Perception and Performance*. Volumes I, II en III. Wright Patterson AFB, OH: Armstrong Aerospace Medical Research Laboratories.
- Boff, K.R., Kaufman, L. & Thomas, J.P. (1986). *Handbook of Perception and Human Performance*. Volumes I en II. New York: John Wiley & Sons.
- Branson, R.K., Rayner, G.T., Lamarr Cox, J., Furman, J.P., King, F.J. & Hannum, W.H. (1975). *Interservice Procedures for Instructional Systems Development: Executive Summary, and Model* (Technical Report N/A). Tallahassee, FL: Center for Educational Technology, Florida State University.
- Carroll, J.B. (1993). *Human Cognitive Abilities: A Survey of Factor-analytic Studies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carroll, J.M. (1995). *Scenario-based Design: envisioning Work and Technology in System Development*. New York: John Wiley & Sons.
- Coad, P. & Yourdon, E. (1991). *Object-oriented Design*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Ericsson, K.A. & Lehmann, A.C. (1996). Expert and exceptional performance: evidence of maximal adaptation to task constraints. *Annual Review of Psychology*, 47, 273-305.
- Flach, J.M. (1990). The ecology of human-machine systems I: Introduction. *Ecological Psychology*, 2(3), 191-205.
- Fleishman, E.A. & Quaintance, M.K. (1984). *Taxonomies of Human Performance*. Orlando/London: Academic Press.
- Gaines, B.R. (1972a). Axioms for adaptive behaviour. *International Journal of Man-Machine Studies*, 4, 169-199.
- Gaines, B.R. (1972b). The learning of perceptual-motor skills by men and machines and its relationship to training. *Instructional Science*, 1, 263-312.
- Gaines, B.R. (1974). Training, stability and control. *Instructional Science*, 3, 151-176.
- Gibson, J.J. (1966). *The Senses Considered as Perceptual Systems*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Gibson, J.J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Hays, R.T. (1992). Systems concepts for training systems development. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 22(2), 258-266.
- Hilgard, E.R. & Bower, G.H. (1975). *Theories of Learning*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Hulse, S.H., Egeth, H. & Deese, J. (1980). *The Psychology of Learning*. Kogakusha: McGraw-Hill.
- Kirwan, B. & Ainsworth, L.K. (1992). *A Guide to Task Analysis*. London: Taylor & Francis Ltd.



- MacMillan, G.R., Beevis, D., Salas, E., Strub, M.H., Sutton, R. & Van Breda, L. (1989). *Applications of Human Performance Models to System Design*. New York: Plenum Press.
- Miller, G.A., Galanter, E. & Pribram, K.H. (1960). *Plans and the Structure of Behavior*. New York: Adams-Bannister-Cox.
- Moray, N. (1986). Monitoring behavior and supervisory control. In K.R. Boff, L. Kaufman & J.P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance* (Volume II). New York: John Wiley & Sons.
- Newell, K.M., Carlton, M.J., Fisher, A.T. & Rutter, B.G. (1989). Whole-part training strategies for learning the response dynamics of micro-processor driven simulators. *Acta Psychologica*, 71, 197-216.
- Patrick, J. (1991). Types of analysis for training. In J.E. Morrison (Ed.), *Training for Performance. Principles of Applied Human Learning* (pp. 127-166). New York: John Wiley & Sons.
- Patrick, J. (1992). *Training, Research & Practice*. London: Academic Press.
- Rasmussen, J. (1986). *Information Processing and Human-Machine Interaction*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- RSG.14 (1992). *Analysis Techniques for Man-Machine Systems Design*. NATO Technical Report AC/243 (Panel 8) TR/7, Parts 1 and 2.
- Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F. & Lorensen, W. (1991). *Object-oriented Modeling and Design*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Schank, R.C. & Abelson, R.P. (1977). *Scripts, Plans, Goals and Understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sheridan, T.B. & Ferrell, R. (1974). *Man-Machine Systems*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Smith, K.M., Hull, G.W. & Irvine, R.H. (1984). Mission analysis: the missing link in operational training system design. *Proceedings of the International Training Equipment Conference (ITEC)*, 119-129.
- Vicente, K.J. & Rasmussen, J. (1990). The ecology of human-machine systems II: Mediating "direct perception" in complex work domains. *Ecological Psychology*, 2(3), 207-249.
- Vicente, K.J. & Rasmussen, J. (1992). Ecological interface design: Theoretical foundations. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 22(4), 589-606.
- Wickens, C.D. (1986). The effects of control dynamics on performance. In K.R. Boff, L. Kaufman & J.P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance*. (Volume II). New York: John Wiley & Sons.

Soesterberg, 2 augustus 1996

Dr. J.C.G.M. van Rooij  
(1<sup>e</sup> auteur, projectleider)



## VERKLARENDE WOORDENLIJST

Actie	een gebeurtenis veroorzaakt door een systeem of agent.
Agent	een autonoom systeem dat deel uit maakt van de omgeving.
Doel	een bepaalde toestand van een systeem en/of systeemomgeving dat gehanteerd wordt als criterium dat richting geeft aan gedrag.
Entiteit	een deelverzameling van de omgeving.
Gebeurtenis	een toestandsverandering.
Medium	een middel/stof dat de overbrenging van informatie/energie mogelijk maakt
Missie	een (beschrijvings)eenheid van systeemgedrag dat betrekking heeft op de doelgerichte gecoördineerde inzet van systeemfuncties gegeven omgevingsbeperkingen.
Omgeving	een verzameling elementen dat relaties heeft met een systeem maar er geen deel van uit maakt.
Plan	een bedoelde reeks van acties die een begintoestand met een doel verbindt.
Scenario	een discrete weergave van gedrag in termen van een reeks van gebeurtenissen, toestanden, beslissingen en acties.
Strategie	planmatige wijze van opereren om bepaalde doelen te bereiken.
Systeem	een geordende verzameling elementen.
Systeemfunctie	vermogen om bepaalde inputs (informatie/energie) te koppelen aan/transformeren in bepaalde outputs (informatie/energie).
Taak	een (beschrijvings)eenheid van menselijk gedrag dat betrekking heeft op de doelgerichte gecoördineerde inzet van vaardigheden gegeven omgevingsbeperkingen.
Tactiek	planmatige wijze van opereren om bepaalde voordelen te behalen.
Toestand	een bepaalde statische configuratie van elementen.
Vaardigheid	menselijk vermogen om bepaalde inputs (informatie/energie) te koppelen aan/transformeren in bepaalde outputs (informatie/energie).

De systeembenadering is ontstaan na de tweede wereldoorlog als een reactie op de vergaande specialisatie binnen verschillende wetenschapsdisciplines en de toenemende complexiteit van problemen die een multidisciplinaire aanpak noodzakelijk maakten. Voorwaarden voor een dergelijke aanpak was de beschikbaarheid van een gemeenschappelijk perspectief en een gemeenschappelijke taal. Deze voorwaarden biedt de systeemleer.

De systeemleer heeft zich in de afgelopen decennia aanzienlijk verbreed en verdiept en er hebben zich binnen de systeemleer inmiddels verschillende richtingen ontwikkeld. Het volgende beperkt zich tot een beknopte bespreking van enkele kernbegrippen.

De begrippen die binnen de systeemleer worden gehanteerd zijn uiteraard betrekkelijk algemeen en abstract. Ter concretisering worden in het vervolg de begrippen uit de systeemleer geïllustreerd door ze te betrekken op het voetbalspel. Een *systeem* is een verzameling van onderling samenhangende elementen. Een voetbalelftal is een voorbeeld van een systeem. Onder elementen (objecten, entiteiten, componenten) kan van alles worden verstaan: van atomen tot voetballers. De onderscheiden elementen hoeven ook niet allemaal eenzelfde hoedanigheid te hebben. Zo kan men een onderscheid maken tussen de verdediging, het middenveld en de voorhoede. Met samenhangend wordt bedoeld dat alle elementen met elkaar verbonden zijn door relaties. Als dit niet het geval is, d.w.z. als de elementen van een systeem niet allemaal aan elkaar gerelateerd zijn maar in twee (of meer) delen uiteenvallen spreekt men van aggregaat. De relaties binnen een systeem hoeven niet allemaal van hetzelfde type te zijn.

Een systeem hoeft niet een doel te hebben. Militaire (en trainings-) systemen hebben natuurlijk wel een doel. In het vervolg zal dan ook uitgegaan worden van doelgerichte systemen. In geval van een doelgericht systeem zal het zo zijn dat er sprake is van een zekere samenwerking tussen de samenstellende elementen. Het netwerk van relaties tussen de elementen van een systeem wordt de *interne structuur* van het systeem genoemd.

Elementen binnen het systeem kunnen relaties hebben met elementen buiten het systeem, d.w.z. de omgeving. De *systeemomgeving* is de verzameling van elementen die niet tot het systeem behoren maar er wel aan gerelateerd zijn. Het netwerk van relaties tussen het systeem en de systeemomgeving wordt de *externe structuur* genoemd. Zo kunnen bijvoorbeeld de supportersvereniging en de KNVB tot de externe structuur van een (Nederlands) voetbalelftal gerekend worden. Ten aanzien van de externe relaties kan een onderscheid gemaakt worden tussen wederzijdse en eenzijdige beïnvloeding. De invloed van de omgeving op het systeem wordt *input* genoemd; de invloed van het systeem op de omgeving wordt *output* genoemd. De *systeemgrens* bakent het systeem af van zijn omgeving. In de praktijk is de keuze van het doelsysteem niet altijd eenvoudig; vaak wordt de keuze bepaald door het doel van de analyse c.q. het onderzoek. In de (axiomatische) systeemleer staat dit probleem bekend als *het probleem van de afbakeningsbeslissing*.

Als het systeem geen externe relaties met de systeemomgeving heeft, en er dus ook geen sprake is van een externe maar alleen van een interne structuur, noemt men de omgeving leeg en spreekt men over *gesloten systemen*. In het tegenovergestelde geval, waarbij een systeem dus wel relaties met de omgeving heeft, wordt gesproken over *open systemen*. Beide begrippen zijn overigens relatief d.w.z. afhankelijk van de keuzen die gemaakt worden. Zo

kan men bijvoorbeeld bepaalde (of misschien wel alle) externe relaties buiten beschouwing laten omdat ze voor de analyse c.q. het onderzoek niet relevant worden gevonden. Bijvoorbeeld: als men geïnteresseerd is in de analyse van een bepaalde spelstrategie dan kan men ervoor kiezen de relaties met de KNVB buiten beschouwing te laten.

Het niveau waarop men de elementen van een systeem onderscheidt, wordt het *aggregatieniveau* van een systeem genoemd. Zo kan men het systeem voetbalelftal analyseren in termen van de spelersgroepen verdediging, middenveld en voorhoede (vrij globaal), of in termen van individuele spelposities (vrij gedetailleerd). Men spreekt in zulke gevallen ook wel van respectievelijk een (relatief) hoog en laag aggregatieniveau.

Gegeven een bepaald aggregatieniveau worden de onderscheiden verschillende elementen op dat niveau als zgn. "*black boxes*" behandeld. Dat wil zeggen dat men alleen kijkt naar de input en de output van een element en dat men de interne structuur van het element als een zwarte doos beschouwt waar men niet in kan kijken. Het verband tussen input en output wordt in zo'n geval aangegeven d.m.v. een (transformatie)functie, een regel die aangeeft hoe de input door de black box wordt getransformeerd tot de output. De transformatiefunctie beschrijft dus alleen het uitwendige gedrag van het betreffende element. Gegeven het uitwendige gedrag blijft de interne structuur van het element onbepaald; hetzelfde uitwendige gedrag kan immers door verschillende interne structuren tot stand komen<sup>4</sup>. Met name als men nadrukkelijk wil abstraheren van de manier waarop een bepaalde functie is geïmplementeerd, spreekt men in plaats van elementen en hun interne/externe structuur ook wel van respectievelijk (systeem)functies en van *interne/externe functionaliteit*.

Het verlagen van het aggregatieniveau wordt *systeemreticulatie* of ook wel "box-cutting" genoemd; men maakt de black boxes a.h.w. open en beschrijft ze op hun beurt in kleinere eenheden: nieuwe black boxes op een lager aggregatieniveau. Zo kan men een voetbalelftal opsplitsen in de spelersgroepen verdediging, middenveld en voorhoede. Vervolgens kan men deze op hun beurt weer opsplitsen in individuele spelersposities.

Het verhogen van het aggregatieniveau wordt *aggregeren* genoemd (men spreekt i.p.v. systeemreticulatie of box-cutting ook wel van disaggregeren). Aggregatie wordt veel toegepast teneinde een complexiteitsreductie te bewerkstelligen. Een andere methode om dit te bereiken is door de analyse te beperken tot een deel van een systeem. Er worden verschillende typen *deelsystemen* onderscheiden. We beperken ons hier tot drie typen, te weten: subsystemen, partieel- of aspectsystemen, en fasesystemen.

Een *substelsysteem* is een integraal onderdeel van een systeem dat op zichzelf als systeem beschouwd zou kunnen worden. Een subsysteem vervult binnen een systeem een functie die een bijdrage levert aan het bereiken van het doel van het systeem als geheel. Bijvoorbeeld: de verdediging binnen een voetbalelftal. In geval van een *partieel- of aspectstelsysteem* beschouwt men niet alle relaties maar slechts enkele deelaspecten. Bijvoorbeeld: de (verbale) communicatie tussen voetballers onderling. Men spreekt van een *fase-systeem* als men zich beperkt tot specifieke toestanden van het systeem op (een) bepaald(e) tijdstip(pen), tijdens (een) bepaald(e) interval(len) of gedurende (een) bepaald(e) gebeurtenis(sen). Bijvoorbeeld: het voetbalelftal tijdens de aanval.

Het gedrag van systemen kan op verschillende manieren geregeld worden. Een mogelijke vorm van regeling is de feedback- of terugkoppelingsregeling. Hierbij wordt op basis van

<sup>4</sup> Dit verschijnsel staat in de literatuur bekend als *het principe van de onbepaaldheid van de structuur*.

een vergelijking tussen het gerealiseerde en beoogde resultaat van het systeemgedrag het systeemgedrag bijgesteld. Een dergelijke regeling maakt aanpassing van het systeem aan de omgeving mogelijk. Naast terugkoppelingsmechanismen kunnen ook (combinaties van) complexere regelingen worden onderscheiden waarbij de koppeling tussen systeem en omgeving minder direct is.

# REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-0166	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-A029
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 788.3	5. CONTRACT NUMBER A93/KL/365	6. REPORT DATE 2 August 1996
7. NUMBER OF PAGES 57	8. NUMBER OF REFERENCES 35	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE  Missie- en taakanalyse: methoden in het kader van opleidingsontwikkeling (Mission and task analysis: methods with respect to instructional development)		
11. AUTHOR(S)  J.C.G.M. van Rooij and M.P.W. van Berlo		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES)  TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES)  Director of Army Research and Development Van der Burchlaan 31 2597 PC DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE)  A major problem in instructional development is the lack of a valid, unambiguous, and sufficiently specific description of the tasks for which instruction is intended. In this report methods are described which provide such a description. The concepts that have been used to develop these methods are derived from the psychological research literature and from ideas adopted from system theory. The methods comprise a method of mission analysis and a method of task analysis that are applied successively. On the basis of mission analysis the behaviour of the system within which the tasks are executed is described. This behaviour is analysed and described in terms of behaviour elements that are called "missions". The result is a structured set of mission descriptions that is called the mission repertoire. On the basis of the mission repertoire, the behaviour of the functionaries that belong to the system is analysed and described by means of a method of task analysis. The result is a behavioral description in terms of (relations between) tasks: the task repertoire. In turn, the task repertoire constitutes the starting point for subsequent steps that are distinguished within the analysis phase of instructional development, viz. target group and training analysis. Ultimately, these steps result in a specification of the learning objectives that are to be achieved by the to-be-developed instruction. Although the methods that are described have been developed within the domain of mobile weapon systems, the principles employed are also considered to be applicable within other domains; be they military or non-military. Apart from the description of the methods of mission and task analysis, the relation between, on the one hand, mission and task analysis and, on the other hand, target group and training analysis and the relation between the analysis phase and the design phase of instructional development are also briefly considered. The report concludes with some recommendations concerning the implementation of the methods of mission and task analysis within the Royal Netherlands Army.		
16. DESCRIPTORS  Analysis Military Mission Task Training		IDENTIFIERS
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT  Unlimited availability		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

## VERZENDLIJST

1. Directeur M&P DO
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
3. {  
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
4. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
5. {  
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
- 6, 7 en 8. Bibliotheek KMA, Breda
9. LKol. C.M.C. Janssen, Staf COKL, Plannen/Sie DFA, Utrecht
- 10 t/m 17. Maj. Aalders, Staf COKL, Plannen/Sie DFA, Utrecht

Extra exemplaren van dit rapport kunnen worden aangevraagd door tussenkomst van de HWOs of de DWO.